

**TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI**

**FAKULTA STROJNÍ**

**Katedra energetických zařízení**



**PAVLÍK MAREK**

Zpracování studie pro monitoring a vyhodnocování spotřeby surové vody,  
filtrované vody a demineralizované vody v teplárně

(Feasibility study for monitoring and evaluating the consumption of raw water,  
filtered water and demineralized water in the heating plant)

Vedoucí diplomové práce: Ing. Petr Novotný, CSc.

Konzultant diplomové práce: Ing. Jiří Sommer, Teplárna Trmice, a.s.

Rozsah práce: 58

Počet stran: 74

Počet obrázků: 6

Počet tabulek: 37

Počet grafů: 0

Počet příloh: 1

## **Abstrakt**

Cílem bakalářské práce je návrh řešení na rekonstrukci rozvodů vod používaných ke chlazení technologických celků v Teplárně Trmice, a.s. Provozovna je zdrojem tepelné energie, která je dodávána ve formě páry do výměníkůvých stanic pro vytápění bytových jednotek a jiných objektů, a dále do průmyslových firem pro výrobní a sociální účely. Voda přicházející do teplárny nemá dostačující parametry pro využití ve výrobním procesu a z tohoto důvodu se musí upravovat. K tomu slouží čtyři úpravy vody (CHÚV) umístěné v areálu teplárny.

Návrh řešení počítá s jednou z možných variant celkového zjednodušení rozvodů vod, a tím i se snížením provozních nákladů a usnadněním orientace a kontroly celého komplexu.

## **Klíčová slova**

Chlazení technologických zařízení, chladicí voda, úprava vody, otevřený a uzavřený chladicí okruh, rekonstrukce rozvodů, ekonomika provozu

## **Abstract**

The aim of the thesis is to propose solution for the reconstruction of distribution of water used to cool process equipment in Teplárna Trmice, a.s. The plant is the source of thermal energy that is supplied in the form of steam to heat exchangers for heating of dwellings and other buildings, and to industrial companies for production and social purposes. Water coming into the rating plant does not have sufficient parameters for use in the production process and therefore must be modified. This serves four water treatment (CHÚV) located in the area of plant.

The proposed solution allows for one of the possible variants of simplifying the distribution of water, and consequently a reduction in operating costs and to facilitate orientation and controls the entire complex.

## **Keywords**

Cooling of process equipment, cooling water, water treatment, open and closed cooling circuit, the reconstruction of distribution, service economy



## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jméno a příjmení	Marek Pavlík
Studijní program	bakalářský – B2341 Strojírenství
Obor	2302R022 Stroje a zařízení
Zaměření	Energetické stroje a zařízení

Ve smyslu zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách se Vám určuje bakalářská práce na téma:

### Zpracování studie pro monitoring a vyhodnocování spotřeby surové vody, filtrované vody a demivody v teplárně

#### Zásady pro vypracování:

(uveďte hlavní cíle bakalářské práce a doporučené metody pro vypracování)

1. Popište zásobování teplými chladicí vodou, chladicí systémy a úpravu vody
2. Stručně popište náklady na chlazení
3. Popište stávající stav Teplárny Trmice Ústí nad Labem, základní parametry čerpač stanice, chlazená zařízení, spotřebu vody na chlazení
4. Navrhněte řešení rekonstrukce a proveďte ekonomické zhodnocení.

Forma zpracování bakalářské práce:

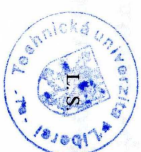
- původní zpráva: cca 60 stran
- grafické práce:

Seznam literatury (uveďte doporučenou odbornou literaturu):

Pavel Hübner a kolektiv: *Úprava vody pro průmyslové účely*, 2006, ISBN 80-7080-624-9  
Jaroslav Kadmožka, Ladislav Ochtrana: *Teplárny, 2001, ISBN 80-7204-222-X*  
Jaroslav Kadmožka: *Lopatkové stroje, 2003, ISBN 80-7204-297-1*

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Petr Novomý, CSc.

Konzultant bakalářské práce: Ing. Jiří Sommer, TTR Ústí nad Labem



Doc. Ing. Václav Dvořák, Ph.D.  
vedoucí katedry

doc. Ing. Miroslav Malý, CSc.  
děkan

V Liberci dne 5.12. 2011

Přímou zadání bakalářské práce je 15 měsíců od výše uvedeného data. Termíny odevzdání bakalářské práce jsou určeny pro každý studijní rok a jsou uvedeny v harmonogramu výuky.

## **Prohlášení**

Byl jsem seznámen s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracoval(a) samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a konzultantem.

Datum

Podpis

## **Declaration**

I have been notified of the fact that Copyright Act No. 121/2000 Coll. applies to my thesis in full, in particular Section 60, School Work.

I am fully aware that the Technical University of Liberec is not interfering in my copyright by using my thesis for the internal purposes of TUL.

If I use my thesis or grant a licence for its use, I am aware of the fact that I must inform TUL of this fact; in this case TUL has the right to seek that I pay the expenses invested in the creation of my thesis to the full amount.

I compiled the thesis on my own with the use of the acknowledged sources and on the basis of consultation with the head of the thesis and a consultant.

Date

Signature

## OBSAH

ANOTACE .....	2
ZADÁNÍ .....	3
PROHLÁŠENÍ .....	4
OBSAH .....	5
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ .....	6
1. Úvod .....	8
1.1 Provozování chladicích soustav .....	8
2. Zásobování tepláren chladicí vodou .....	10
2.1 Chlazení technologických zařízení .....	10
2.2 Chladicí voda .....	11
2.3 Zdroje chladicí vody .....	11
2.4 Potřebné množství vody ke chlazení .....	12
2.5 Druhy používaných vod ke chlazení .....	14
2.6 Úprava surové vody .....	15
2.6.1 Předúprava .....	16
2.6.2 Úprava vody měniči iontů .....	16
2.6.3 Tepelná úprava vody .....	17
3. Chladicí systémy .....	18
3.1 Cirkulační chlazení .....	19
3.2 Cirkulační chlazení s otevřeným okruhem .....	19
3.3 Cirkulační chlazení s uzavřeným okruhem .....	19
3.4 Průtočné chlazení .....	21
4. Náklady na chlazení .....	22
5. Odpadní teplo a jeho využití .....	23
6. Stávající stav v Teplárně Trmice, a.s. ....	25
6.1 Základní parametry TTR .....	25
6.2 Chlazená zařízení .....	30
6.3 Vstup a výstup vody, úprava vody, spotřeba vody na chlazení .....	34
7. Návrh řešení rekonstrukce .....	39
7.1 Úprava na TTR I. ....	40
7.1.1 Rozdělení vod před rekonstrukcí - vstupy a výstupy .....	40
7.1.2 Rozdělení vod po rekonstrukci - vstupy a výstupy .....	42
7.2 Úprava na TTR II., III. ....	45
7.2.1 Popis návrhu a jeho přednosti oproti stávajícímu stavu .....	45
7.2.2 Konstrukční řešení - technologické uspořádání .....	45
7.2.3 Rekonstrukce chladicího okruhu TTR II. ....	49
7.2.4 Rekonstrukce chladicího okruhu TTR III. ....	53
7.3 Shrnutí rekonstrukce .....	57
8. Ekonomické hodnocení .....	61
8.1 Bilance průtoků chladicí vody .....	61
8.2 Náklady rekonstrukce chladicího okruhu .....	64
9. Závěr .....	65
10. Příloha .....	66
11. Použitá literatura .....	72
12. Seznam obrázků, tabulek a příloh .....	73

## SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

$M_{ch}$	množství chladicí vody	[kg/h]
$M_p$	množství páry	[kg/h]
$M_s$	množství vody v systému	[kg/h]
$Q$	množství tepla	[kcal/h]
$t_{v1}$	vstupní teplota chladicí vody	[°C]
$t_{v2}$	výstupní teplota chladicí vody	[°C]

SYMBOLY A ZNAČKY POUŽÍVANÉ V TEPLÁRNĚ TRMICE,a.s.			
Jednotlivé objekty a budovy		Označování jednotlivých médií	
TTR,TUL	Označení závodu	DV	D – mi voda
CHÚV	Chemická úprava vody	SV	Surová voda
HTO	Hospodářství topného oleje	FV	Filtrovaná voda
ODS	Odsíření	TO	Topný olej
ČOV	Čistička odpadních vod	VK	Vratný kondenzát
BS	Bagrovací stanice	OV	Ohřívač vzduchu
VTK	Vysokotlaká kotelna	RO	Regulační olej
VJ	Vychlazovací jímka	MO	Mlýnské okruhy
Jednotlivé části energetického zařízení			
K	Kotel	BČ	Bagrovací čerpadlo
TG	Turbogenerátor	KČ	Kondenzátní čerpadlo
EN	Elektronapáječka	NČ	Napájecí čerpadlo
HDS	Hydrodynamická spojka	NTO	Nízkotlaký ohřívač vody
OCH	Olejový chladič	VTO	Vysokotlaký ohřívač
TPM	OČ - pohaněné turbínkou	SOH	Společné olejové hospodářství
TN	Napáječka pohaněna turbínkou	VS	Výměníková stanice
KUP	Kondenzátor ucpávkové páry	PS	Parní smyčka
ROV	Rotační regenerační ohřívač vzduchu	R	Rozdělovač
MO	Mlýnský okruh	NT	Napájecí trasy
POČ	Pomocné olejové čerpadlo	POV	Parní ohřívač vzduchu
HOČ	Hlavní olejové čerpadlo	RV	Regulační ventil
PF	Pískový filtr	PV	Pojistný ventil
EO	Elektro - odlučovač	IPV	Impulsní pojistný ventil
NE	Najížděcí expandér	RS	Regulační stanice
NZV	Nádrž změkčené vody	PČ	Podávací čerpadlo
NSV	Nádrž surové vody	PE	Parní ejektor
NFV	Nádrž filtrované vody	NNV	Nadrž napájecí vody
GN	Gravitační nádrž filtrované vody	BO	Brněnský ohřívač
VN	Vertikální nádrž surové vody	JAD	Vertikální ohřívač vody
HT	Hydrotrasy popílků	ČVV	Čerpadlo vratné vody

Tab.1 Symboly a značky používané v Teplárně Trmice, a.s.

# 1. Úvod

## 1.1 Provozování chladicích soustav

Elektrárny popř. i teplárny jsou nejvýznamnějším zdrojem odpadního tepla. Přeměna fosilní energie na elektrickou energii je spojena s mnoha procesy, které vytvářejí odpadní teplo. Odpadní teplo je vytvářeno v průběhu spalování, chladicích systémů pomocných zařízení, kondenzace páry a během transformace elektrické energie. Chladicí vodní soustava pro pomocná zařízení také vytváří malé množství odpadního tepla.

*Provozování chladicích soustav v energetice má určité důsledky na životní prostředí. Míra a charakter environmentálních dopadů jsou proměnlivé v závislosti na principu chlazení a na způsobu, kterým jsou tyto soustavy provozovány. [5]*

*Termodynamický cyklus konvenčních tepelných elektráren se řídí podle Carnotova principu. Hladiny účinnosti dosahují do 40 % pro konvenční nová konstrukční provedení, mohou ale dosáhnout 47 % v případě moderních konstrukčních provedení a při velmi příznivých klimatických podmínkách, zejména když jsou vhodné podmínky chladicí vody (průtočná chladicí soustava), dokonce i v případě spalování uhlí. [6]*

Výsledkem je to, že velké množství energie poskytované spalováním musí být rozptýleno na úrovni kondenzátoru. Nové generátorové soustavy, zejména kombinované cykly (nebo paroplynové turbíny), umožňují dosáhnout vyšších účinností, které mohou přesahovat 55 %.

Z rovnováhy tepelného cyklu vyplývá, že na každou vyprodukovanou kWh musí být odejmuto velké množství tepla a tato tepelná energie nemůže být rekuperována, protože její exergie je nízká.

Kondenzátor je klíčové místo tohoto zařízení. Bez ohledu na zvolený způsob chlazení to ve skutečnosti je jedna z hlavních styčných ploch mezi elektrárnou a okolním životním prostředím. Účinnost a dostupnost elektrárny závisí ve značném rozsahu na integritě a čistotě kondenzátoru. Toto jsou důvody,



proč byla přijata specifická řešení: průběžné mechanické čištění porézními kuličkami, slitiny odolné proti korozi, jako je titan a nerezová ocel, atd. Také byly vyvinuty a jsou v provozu soustavy úpravy chladicí vody, zejména v případě cirkulačních chladicích soustav.

Kotel jako zdroj tepla poskytuje energii požadovanou pro vytvoření vodní páry. Kondenzátor jako zdroj chladu kondenzuje páru vycházející z nízkotlaké části turbíny.

Jednou z hlavních charakteristik elektrárny je její měrná spotřeba, jinak vyjádřeno množství tepla, které je potřeba pro vyprodukování jedné kWh elektrické energie. Tato měrná spotřeba vyplývá z rovnováhy tepelného cyklu.

V případě elektráren, které jsou vybaveny mokkými chladicími věžemi, se všechno uskutečňuje tak, jako kdyby teplo bylo uvolňováno přímo do ovzduší.

Vypouštění tepla se uskutečňuje koncentrovaným způsobem nad malou plochou. Mokré chladicí věže předávají do ovzduší kolem 80 % zbytkového tepla ve formě latentního tepla (vodní pára) a kolem 20 % jako citelné teplo. Takže průtok vodní páry předávané do ovzduší je zhruba dvojnásobný, než je průtok vodní páry, který je výsledkem průtočného chlazení bez chladicí věže. V případě chladicích věží s přirozeným tahem je vzduch, který je nasycen vlhkostí, uvolňován do atmosféry při teplotě kolem 10 – 20 °C nad teplotou okolí a při rychlosti až 3 – 5 m/s. V případě chladicích věží s umělým tahem se tato rychlost zdvojnásobí. Tento vzduch nasycený vlhkostí může být příčinou tvorby umělých mraků nebo parních vleček v důsledku ochlazování turbulentním směřováním s okolním vzduchem.

Rizika vytváření mlhy při zemi vyplývající ze snižování výšky kondenzační parní vlečky mohou být relativně častá zejména v případě chladicích věží s umělým tahem v důsledku jejich malých výšek, a v podmínkách chladného vlhkého počasí bez větru. Příslušná oblast je v rozsahu kolem 500 m od zdroje emise.

## 2. Zásobování tepláren chladicí vodou

V teplárnách a parních elektrárnách je voda hned po palivu nejdůležitější pracovní látkou, hlavně s protitlakovými turbínami je spotřeba vody menší, ale přesto značná. Potřeba vody je souhrn současných průtoků vody pro jednotlivé spotřebiče v elektrárně nebo teplárně. Tato voda může být odebírána ze zdrojů a po využití, ohřátí, znečištění je z větší části vrácena zpět do zdroje. Nebo je voda po úpravě ochlazení, odloučení od mechanických příměsí atd. využívána opakovaně. Přitom vznikají ztráty vody odparem, únikem, průsakem, vázáním na strusku-takže dochází ke spotřebě vody.

*V parních elektrárnách a teplárnách je třeba zajišťovat vodu pro tyto účely :*

- a) doplňování pracovního okruhu ke krytí ztrát netěsností, odluhem a odkalem z kotlů, únikem brýdových par, apod.*
- b) odvádění tepla při kondenzaci páry*
- c) krytí ztrát v tepelných sítích*
- d) chlazení oleje pro turbosoustrojí*
- e) chlazení vzduchu, vodíku nebo chladicí vody pro odvádění tepla z elektrického generátoru*
- f) chlazení ložisek pomocných zařízení (mlýnů, ventilátorů, čerpadel atd. )*
- g) čištění kouřových plynů*
- h) hydraulická doprava strusky a popílku*
- i) protipožární účely*
- j) užitkové účely, k pití*

[1]

### 2.1 Chlazení technologických zařízení

Zařízení, která je nutno v energetice chladit, je možné rozdělit na tři skupiny:

- zařízení chlazená olejem
- zařízení chlazená přímo vodou
- kompresorovny

Do první skupiny patří většinou stroje a zařízení, která obsahují rotační nebo posuvné mechanismy. Olej je používán nejen pro jeho schopnost odvést teplo, ale i pro jeho kladný vliv na mechanické opotřebení materiálu. Jedná se

zejména o chlazení ložisek napájecích čerpadel a turbosoustrojí. Ohřátý olej předává teplo v olejových chladičích chladicí vodě.

Druhou skupinu tvoří zařízení, která jsou v přímém styku s horkými spaliny. Jedná se zejména o trámce kotlů a vzorkovače, tedy bez pohyblivých součástí, kde nehrozí mechanické opotřebení.

Samostatnou skupinou jsou kompresorovny, kde ke chlazení ložisek nebo klikového mechanismu prvním způsobem přibývá také chlazení dochlazovače stlačeného vzduchu vodou nebo vzduchem. Dochlazovač snižuje teplotu vzduchu na výstupu z kompresoru, což je požadováno z důvodů využitelnosti stlačeného vzduchu a teplotního namáhání potrubí v síti. U vícestupňových kompresorů je často používáno mezichlazení mezi jednotlivými stupni kompresoru. Mezistupňový chladič zvyšuje kubaturu na výtlaku, tedy dodávané množství vzduchu kompresorem.

## **2.2 Chladicí voda**

Chladicí vodou rozumíme vodu, jež má v nějakém zařízení absorbovat a odvádět teplo. Je to voda používaná např. k ochlazování strojních součástí zahřívajících se při provozu nebo k chlazení horkých látek. Chladicí vodu pro všechny druhy chladicích systémů je třeba upravit tak, aby nevznikaly koroze chladicího okruhu a nedocházelo k zanášení chladicích ploch.

## **2.3 Zdroje chladicí vody**

*Zdroje chladicí vody mohou být přirozené a umělé. O umělých zdrojích hovoříme, je-li voda uměle chlazena v nějakém chladiči. Přirozené zdroje mohou být :*

- a) povrchové ( řeky, jezera, moře )*
- b) podzemní ( spodní,, artéske studny)*

*Spodní vody jsou obvykle málo vydatné, a proto s nimi počítáme jen v ojedinělých případech a pouze pro některé účely ( sociální účely, pití , apod. ). V našich podmínkách jsou hlavními zdroji chladicí vody řeky. [1]*

Dodávka chladicí vody pro elektrárnu musí být zajištěna ve všech obdobích předpokládaného provozu. Při výskytu minimálních průtoků, resp. minimálního povoleného odběru, menších než je spotřeba elektrárny, je třeba se postarat o vhodné vyrovnaní průtoku. K tomu lze využít přirozených nádrží ( jezer, rybníků ) nebo umělých nádrží. Kromě průtoku mají pro provoz elektrárny značný význam i další charakteristiky zdroje chladicí vody :

- a) kolísání hladiny
- b) průběh teploty vody
- c) kalnost vody
- d) tvrdost vody apod.

## **2.4 Potřebné množství vody ke chlazení**

*Voda použitá pro chlazení se během chladicího procesu oteplí ze vstupní teploty  $t_{v1}$  [ °C] na výstupní teplotu  $t_{v2}$  [ °C] a pojme přitom za 1 hodinu množství tepla  $Q$  [kcal/h] . Množství chladicí vody  $M_{ch}$  [kg/h] je pak dán vztahem :*

$$M_{ch} = \frac{Q}{t_{v2} - t_{v1}} \left[ \frac{\text{kcal/h}}{\text{kcal/kg}} = \frac{\text{kg}}{\text{h}} \right]$$

*Výstupní teplota chladicí vody  $t_{v2}$  je přímo závislá na množství tepla  $Q$ , které má chladicí vodu odvést, a nepřímo závislá na množství chladicí vody, které se za časovou jednotku pro chlazení přivádí. Je zapotřebí přivádět tolik vody, aby chlazení probíhalo z hlediska provozního s potřebnou rychlostí a účinností a z hlediska konstrukčního, aby teplota oteplené vody nedosáhla takové výše, že by mohlo dojít k deformaci zařízení. U průtočného chlazení je nutno dále brát v úvahu podmínku, že nelze vypouštět do veřejného toku vodu, která by zvyšovala vody recipientu o víc než 5 °C , přičemž maximální dovolená teplota je 25 °C , u vod pstruhových 20 °C.*

*Nejvhodnější teplota chladicí vody je určována účelem a racionálním způsobem jejího použití. Obvykle je však určena danou teplotou vody v přírodě. Nejvhodnější bývá chladicí voda o teplotě 10 až 13 °C pro kondenzátory, chladiče oleje, vzduchu apod. se hodí voda o teplotě 15 až 17 °C*

(výjimečně až 24 °C). Na chlazení ložisek se užívá vody co nejstudenější, a proto se někdy jen pro tento účel odebírá voda podzemní. [2]

**Přibližné určení spotřeby vody podle jednotlivých položek :**

- ztráty vody závisí na technickém stavu zařízení a též na kvalitě napájecí vody, neboť na ní závisí velikost odkalů a odluhů. U kondenzačních elektráren bývá množství přídavné vody rovno 1 až 4 % výkonu parních kotlů.
- největší potřeba vody je v elektrárně pro kondenzaci páry; její množství bývá 50 až 100násobně větší, než je množství kondenzující páry.
- u menších horkovodních sítí bývá ztráta vody za 1 hodinu rovna 0,5 až 1 % obsahu sítě. U velkých horkovodních teplotěnských soustav s dálkovou dopravou tepla klesá ztráta vody na 0,06 až 0,1 % /h.

Označení spotřebiče	Výkon turbíny v MW								
	1,5	2,5	3	4	6	12	25	50	100
	Spotřeba chladicí vody v m <sup>3</sup> /h								
Kondenzátory	500	700	700	900	1300	2200	4500	9000	18000
	700	900	1000	1170	1750	2900	5500	12000	24000
Chladiče vzduchu	9	20	25	30	60	75	135	140	420
	45	105	85	100	150	200	325	650	700
Chladiče oleje	10	25	25	25	30	40	80	150	300
	50	75	75	75	120	225	300	500	800
Ložiska	8	8	10	10	15	25	40	75	150
Celkem cca	530	750	800	950	1400	2350	4800	9500	19000
	800	1200	1200	1350	2000	3350	6160	13000	26000
Měrná spotřeba chladicí vody - vztažená na 1kWh při plém zatížení turbíny	0,35	0,30	0,27	0,24	0,23	0,20	0,19	0,19	0,19
	0,47	0,48	0,40	0,34	0,33	0,28	0,25	0,26	0,26

**Tab.2 Spotřeba chladicí vody vzhledem k výkonu turbíny**

V čitateli jsou udány hodnoty při nízké teplotě vody 5-10°C, ve jmenovateli hodnoty při vysoké teplotě vody 25-30°C

**Potřeba chladicí vody na 1 kWh je přibližně:**

- u velkých zařízení s vysokými parametry páry a přehříváním 0,10 až 0,16 m<sup>3</sup> / kWh
- u středně velkých zařízení a u velkých zařízení v jaderných elektrárnách 0,16 až 0,25 m<sup>3</sup>/ kWh
- u malých a nízkotlakých zařízení 0,25 až 0,40 m<sup>3</sup>/ kWh

- u parních sítí závisí ztráta kondenzátu velmi podstatně na druhu spotřebičů, do nichž se teplo dodává a na jejich údržbě. O potřebě, resp. spotřebě vody rozhoduje též způsob opatřování vody. Bilanci potřeby a spotřeby vody můžeme psát ve tvaru :

$$\textbf{spotřeba vody} = \textbf{potřeba vody} - \textbf{vrácená voda}.$$

*U elektráren s průtočným chlazením je potřeba vody značná, ale množství vrácené vody je též značné, takže spotřeba vody je poměrně malá. U elektráren s cirkulačním chlazením se potřeba vody rovná přibližně spotřebě. Přitom spotřeba vody je podstatně větší než u průtočného chlazení, neboť dochází k velké ztrátě vody odparem a únosem na chladicích věžích. [1]*

## 2.5 Druhy používaných vod ke chlazení

### **Surová voda**

Surová voda se získává přímo z vodního toku a neprochází žádnou mechanickou ani chemickou úpravou. Používá na chlazení zařízení v průtočných chladicích systémech, kde nejsou velké nároky na čistotu chladicí vody. Je to ovšem řešení méně vhodné, protože příměsi obsažené v surové vodě způsobují korozi potrubí a jeho zanášení nečistotami anorganického či organického původu.

### **Filtrovaná voda**

Filtrovaná voda se vyrábí ze surové mechanickým čištěním. Obsahuje výrazně méně tuhých nečistot, a tedy omezuje tvorbu usazenin v potrubí. K hrubému čištění se používají česla nebo síťové filtry. K lepšímu pročištění je potřeba použít účinnějších filtrů obsahujících porézní materiály. Tyto metody omezují koncentraci pouze suspendovaných látek, obsah rozpuštěných látek se nemění. Filtrovaná voda tedy neodstraňuje příčinu chemických a biologických nárostů.

### **Změkčená voda**

Změkčená voda se vyrábí z filtrované vody, ze které se odstraňují ionty  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ . Chemická reakce, které se v tomto procesu využívá, se nazývá iontová výměna. Jejím finálním produktem je nahrazení nežádoucích iontů  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  ionty  $\text{Na}^+$ . K této přeměně se používá silně kyselého katexu, který může být řazen v jednom, nebo sériově ve více stupních.

### **Deionizovaná a demineralizovaná voda**

Deionizací vody rozumíme odstraňování veškerých kationtů a aniontů pouze silných kyselin. Slabé kyseliny se z vody neodstraňují. Prvním stupněm úpravy je průchod silně kyselým katexem v  $\text{H}^+$  formě, kterým se odstraní všechny kationty za vzniku volných kyselin. Následně voda prochází slabě nebo středně zásaditým anexem, kde jsou volné kyseliny neutralizovány.  $\text{CO}_2$  je možné ze systému mechanicky odvětrat.

Demineralizace je v prvním stupni procesem naprosto identickým. Jako druhého stupně se ovšem používá silně zásaditého anexu v  $\text{OH}^-$  formě, který odstraňuje u vody volné kyseliny a zároveň  $\text{SiO}_2$  a  $\text{CO}_2$ .

## **2.6 Úprava surové vody**

*Při všech druzích chladicích systémů je třeba chladicí vodu upravit tak, aby nevznikaly koroze chladicího okruhu a nedocházelo k zanášení chladicích ploch usazeninami anorganického původu. Nutno však připomenout, že na tyto dílčí nežádoucí jevy je třeba pohlížet jako na jev komplexní, neboť např. důsledkem usazenin na chladicích plochách je nejen zhoršení přestupu tepla a snížení účinnosti chladicího procesu, nýbrž i koroze působené vznikem článků s rozdílně větranými elektrodami. Chemické působení chladicí vody, její korozivní a inkrustační vlastnosti spolu s mnohastrannou činností mikroorganismů tvoří komplex pochodů, který k vzhledem k značnému počtu faktorů a jejich vzájemnému působení nelze zatím dostatečně přesně zhodnotit. [2]*

Tato komplexnost pochodů v chladicím okruhu, spojená s různorodostí použitého konstrukčního materiálu (ocel, mosaz, beton, dřevo atd.) a poměrně širokým rozsahem provozních teplot, je příčinou toho, proč názory na požadovanou jakost chladicí vody nejsou jednotné a že i požadavky na jakost chladicí vody cirkulačních systémů parních elektráren existují pouze ve formě směrnic.

### **2.6.1 Předúprava vody**

Předúprava vody zahrnuje procesy, které bývají řazeny na začátek úpravárenského schématu. Jejich prvořadý a původní účel je zbavit vodu nežádoucích příměsí hned při vstupu do úpravny relativně co nejlevnějším způsobem. V některých případech zajišťuje předúprava odstranění nežádoucích příměsí, které by mohly rušit funkci dalších stupňů úpravy vody. Konečně v některých případech se s předúpravou vody vystačí jako s jediným stupněm úpravy ( např. pro chlazení ).

Přehled základních postupů předúpravy vody :

- 1/ Hrubé předčištění
- 2/ Srážecí reakce (bez, s primárním účinkem, se sekundárním účinkem)
- 3/ Flokulace
- 4/ Separace (jedno-, dvou-, vícestupňová)

### **2.6.2 Úprava vody měniči iontů**

*Měniče iontů jsou makromolekulární sloučeniny, jejichž základ tvoří trojrozměrný skelet, na němž jsou umístěny aktivní ( výměnné ) skupiny. Ionexy se používají ve formě drobných kuliček nebo drti o velikosti 0,3 až 1,5 mm a umožňují odstraňovat z vody nežádoucí ionty výměnou za ty, kterými byly funkční skupiny ionexů předběžně při regeneraci nasyceny a které ve vodě pro daný účel nevadí .[2]*



## **Ionexy**

Ionexy jsou ve vodě nerozpustné, ve vodě však bobtnají, neboť základní skelet se rozpíná, stává se porézním. Bobtnání je základní podmínkou úspěšné funkce ionexů. Ionexy dělíme podle funkce a charakteru aktivních skupin :

*Katexy* - slabě kyselé ( karboxylové ),  $M\text{COOH}$ ,

- silně kyselé ,  $M\text{SO}_3\text{Na}$ .

*Anexy* - slabě nebo středně bazické,  $M\text{N}$ ,

- silně bazické,  $M\text{NOH}$ .

### **2.6.3 Tepelná úprava vody**

Tepelná úprava vody zahrnuje pochody a zařízení související s ohříváním, ochlazováním, odplyňováním vody, destilací v měničích páry. Patří sem také uvolňování tepla z odluhů kotlů apod.

### 3. Chladicí systémy

Chladicí systémy můžeme rozdělit takto:

*A) podle chladicího média:*

- **vzduchový systém** – odvádění tepla vzniklého při chodu elektrických strojů.

Chlazení je možné přirozeným prouděním vzduchu kolem tělesa nebo uměle zvýšeným prouděním; toho se dosahuje ventilátorem, který je u točivých el.strojů nasazen na obvodě – přímo na hřídeli rotoru.

- **vodní** (kapalinový)

Vzduch a voda mají značně odlišné vlastnosti. V tabulce č.3 jsou zaznamenány vybrané vlastnosti pro řešení přestupu tepla. Hodnoty obou látek v této tabulce jsou odečteny pro stav  $t = 20^{\circ}\text{C}$ ,  $p = 100 \text{ kPa}$ . Vzduch je uva žován jako suchý.

*B) podle míry výměny média s okolím:*

- **cirkulační (otevřený nebo uzavřený)**
- **průtočný**

Pokud vytvoříme všechny kombinace těchto rozdělení, dostaneme všechny principiální možnosti uspořádání chladicího systému. V průmyslu se některé z nich vůbec nevyskytují, protože se ukazují méně výhodné.

	Měrná tepelná kapacita $c \text{ [J/kgK]}$	Kinematická viskozita ( $20^{\circ}\text{C}$ ) $10^{-6} \nu \text{ [m}^2/\text{s]}$	Prandtlovo podobnostní číslo $Pr [-]$	tepelná vodivost $\lambda \text{ [W/mK]}$
voda	4178	15,35	6,98	0,599
vzduch	1005	1,003	0,71	0,0257

**Tab.3 Srovnání vlastností vody a vzduchu**

Z tabulky vyplývá nevýhoda vzduchu jako chladicí látky oproti vodě, daná jeho nízkou měrnou tepelnou kapacitou. Výměníky voda - vzduch tedy vycházejí větší než voda – voda. Nezanedbatelnou vlastností z hlediska proudění je stlačitelnost vzduchu, která se řídí stavovou rovnicí reálného plynu.

### 3.1 Cirkulační chlazení

Při tomto způsobu chlazení se oteplená chladicí voda nevypouští ze závodu, ale znovu se ochladí a použije. Voda je tedy uzavřena v okruhu, kde se střídavě ohřívá a ochlazuje. Ztrátu vody v tomto systému představuje tedy pouze odkal, odpar, únos, rozstřík a netěsnosti potrubí. Pouze tyto ztráty musí být nahrazeny čerstvou vodou z dostupného vodního zdroje. Znamená to tedy mnohem menší spotřebu vody, než při použití průtočného chladicího systému.

V České republice je tento systém nejvíce použitelný pro odvod tepla z kondenzátoru velkých elektráren a tepláren, ale je používán i na chlazení technologií.

### 3.2 Cirkulační chlazení s otevřeným okruhem

Vzhledem k nízkým průtokům v našich řekách se používá u nás při větších množstvích chladicí vody téměř výhradně cirkulačního chlazení s otevřeným okruhem, při němž jako chladicí zařízení slouží nejčastěji chladicí věže s přirozeným nebo umělým tahem.

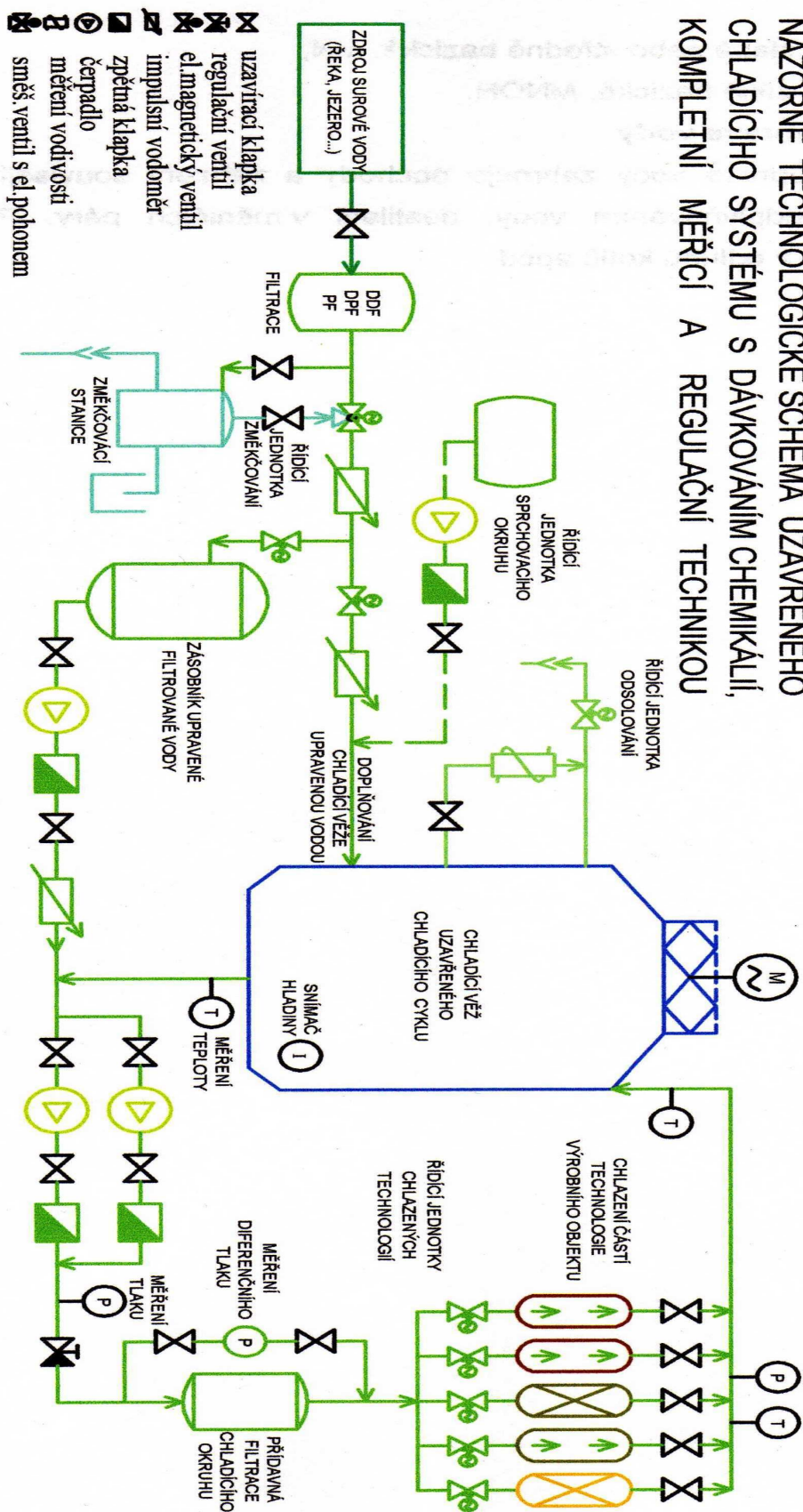
Množství vody v systému  $M_s$  se přibližně rovná třicetinasobku kondenzovaného množství páry za hodinu  $M_p$ , tj. zhruba polovině  $M_{ch}$ .

Jestliže má dojít k dokonalému ochlazení oběhové vody otevřeného cirkulačního chladicího systému kondenzační elektrárny na chladicí věži, je nutno z ní odvézt tolik tepla, kolik se uvolní kondenzací páry. Chladicí vodu v systému je nutno stále doplňovat takovým množstvím přídavné vody, které odpovídá ztrátám jednak výparem, jednak únosem a rozstříkem, jednak odluhem, a konečně ztrátám způsobeným netěsnostmi okruhu.

### 3.3 Cirkulační chlazení s uzavřeným okruhem

Při uzavřeném cirkulačním chlazení jsou ztráty vody malé. Takže zanášení chladicích ploch málo rozpustnými sloučeninami vápníku je nepatrné. Hlavním problémem je zde koroze okruhu. Používá se zde nejčastěji chromanů alkalických kovů jako anodového inhibitoru koroze v množství 500 až 1000 mg/l.

# NÁZORNÉ TECHNOLOGICKÉ SCHÉMA UZAVŘENÉHO CHLADICÍHO SYSTÉMU S DÁVKOVÁNÍM CHEMIKÁLÍ, KOMPLETNÍ MĚŘICÍ A REGULAČNÍ TECHNIKOU



Obr.1 – Uzavřený chladicí systém

### 3.4 Průtočné chlazení

*Při průtoku ochlazovaným agregátem se chladicí voda ohřívá, takže se z ní odlučují rozpuštěné plyny, tedy i oxid uhličitý. Tím se porušuje rovnováha mezi iontovými formami  $\text{CO}_2$  a volným  $\text{CO}_2$  a může docházet k vylučování uhličitánu vápenatého. Aby k tomuto vylučování nedocházelo, je třeba, aby v používané vodě byl určitý poměr obsahu hydrouhličitanového iontu k volnému  $\text{CO}_2$ . Směrné hodnoty uvádí tabulka č.4. [2]*

Obsah $\text{CO}_2$ vol. v chl.vodě mg/l	Nejvýše přípustný obsah $\text{HCO}_3$ v chladicí vodě [mval/l], která se zahřívá na teplotu [°C]					
	20	30	40	50	60	70
10	3,25	2,96	2,71	2,47	2,29	2,07
20	4,11	3,71	3,39	3,11	2,86	2,61
30	4,71	4,29	3,89	3,57	3,28	2,96
40	5,18	4,71	4,29	3,93	3,61	3,25
50	5,57	5,07	4,61	4,21	3,89	3,50
60	5,93	5,39	4,89	4,50	4,14	3,75
80	6,54	5,93	5,39	4,93	4,57	4,11
100	7,04	6,39	5,82	5,32	4,93	4,43

Tab.4 Obsah  $\text{CO}_2$  a  $\text{HCO}_3$  v chladicí vodě

Používá-li se k průtočnému chlazení povrchové vody, je nutno z ní odstraňovat suspendované látky větších rozměrů vhodným filtračním zařízením (nejčastěji pomocí síťových filtrů). Při větších nárocích na jakost vody (např. na chlazení ložisek, do chladičů oleje, vzorkovačů apod. ) se voda filtruje účinnějším filtračním zařízením - u nás většinou filtry se zrnitým filtračním materiálem, v zahraničí beztlakovými mikrofilmy nebo tlakovými rotačními filtry.

## **4. Náklady na chlazení**

V této kapitole se budu věnovat obecné charakteristice hlavních nákladových položek, které se uplatňují v provozech s využíváním vody na chlazení.

### ***Náklady provozní***

Náklady provozní zahrnují strukturu nákladů vznikajících kontinuálně provozem zařízení instalovaných ve vodním hospodářství. Jsou sem započítány i náklady na lidské zdroje, které jsou součástí každé položky v následujícím rozdělení.

### **Náklady na úpravu**

Sem patří všechny provozní náklady chemických úprav vody, zejména cena používaných přísad. S vyšší kvalitou výstupní vody tyto náklady přirozeně rostou, při stejné kvalitě výstupní vody rozhoduje o výši těchto nákladů použitá technologie úpravy.

### **Náklady na čerpání**

Jedná se o náklady na elektřinu, kterou spotřebují hlavně čerpadla při čerpání vody ze zdroje do provozu a v provozu samotném a jejich obsluhu. Tyto náklady se dají považovat vzhledem k druhu použité vody za konstantní. O jejich výši rozhoduje tedy pouze měrná energie (dopravní výška) a průtok vody čerpadlem.

### **Náklady na čištění**

Zahrnujeme sem všechny provozní náklady čistíren odpadních vod. Stejně jako v úpravách vody je zde rozhodující cena používaných přísad pro chemickou dekontaminaci. Ve většině provozů bývají čistírny odpadních vod již plně automatické, odpadají tedy náklady na obsluhu.

### **Náklady na ochlazení**

S velkou pravděpodobností jsou nejmenší ze všech uvedených skupin. Projevují se jen tehdy, jestliže se jedná o cirkulační chlazení s použitím mikrověží s nuceným tahem. Potom sem patří náklady na elektřinu pro pohon vzduchového ventilátoru zajišťujícího průtok vzduchu mikrověží.

### ***Údržba***

Údržba je speciálním případem provozních nákladů. Zatímco provozní náklady vznikají kontinuálně, náklady na údržbu chápeme jako periodické.

Patří sem čištění armatur a filtrů, regenerace ionexů, kontrola čerpací techniky, chladících věží apod. Je zřejmé, že zastoupení nákladů na údržbu se budou značně lišit podle druhu používaných vod na chlazení.

### ***Náklady investiční***

Investiční náklady chápeme jako jednorázové, používané na stavbu či přestavbu zařízení, nebo nákup hotového výrobku nebo služby.

### ***Odpisy***

Odpisům majetku rozumíme jako časovou ztrátu hodnoty majetku.

### ***Poplatky, pokuty***

Poplatky ve vodním hospodářství obsahují hlavně platby za využívání přírodních zdrojů vody a jsou stanoveny zákonem. Pokuty jsou platby za překročení platných limitů na využívání těchto zdrojů.

## **5. Odpadní teplo a jeho využití**

Při provozu elektráren a tepláren vzniká velké množství nízkopotencionálního tepla. S tímto teplem může být naloženo dvěma způsoby. Je možné ho mařit a nosné médium, které toto teplo obsahuje, odvádět z teplárny pryč. Principiálně existuje ještě možnost zpětného využití tepla pro provoz v teplárně, přičemž hlavním kritériem využitelnosti je teplota, vedlejším kritériem je chemická čistota tohoto média.

Odpadní teplo může být využito k vytápění objektů, k předehřevu nebo ohřevu teplé užitkové vody nebo jej lze využít i pro technologické účely, pokud takové v provozu existují. Ideálním případem je zajištění odběru tohoto tepla vnějším subjektem. V takovém případě se odpadní teplo podílí na zisku podniku. Díky velmi nízké energetické hodnotě je tato varianta téměř neproveditelná.

Při odvodu tepla z kondenzátoru je teplota chladicí vody 30 až 35 °C. Tento obsah energie je využitelný jen velmi výjimečně. Proto je třeba uvažovat o možnosti přečerpání odpadního tepla na vyšší úroveň, což umožňuje využití ve všech kategoriích uvedených v předchozím odstavci.

K přečerpání je možné použít standardní tepelné čerpadlo, které musí být dimenzováno s ohledem na potřebu tepla ve spotřebiči.

Ačkoliv tato možnost vypadá velmi příznivě z hlediska energetického i ekonomického, nemusí se instalování tepelného čerpadla vždy vyplatit. Záleží na způsobu využití přečerpaného tepla a na nákladech na provoz tepelného čerpadla.

Hlavní provozní náklady tepelného čerpadla tvoří příkon použitého chladivového kompresoru. Tepelné čerpadlo není levná záležitost ani z hlediska investičních nákladů.

V teplárenství je tento problém využitelnosti odpadního tepla velmi závažný, neboť je v tomto provozu možné připojit otopný systém do vnitřní sítě, která je napájena parou či vodou dodávanou zákazníkům do města. Tato možnost ve velké většině případů vychází ekonomicky i ekologicky lépe než instalování tepelného čerpadla pro využití odpadního tepla.

Další nevýhodou použití tepelného čerpadla je přeměna vyššího druhu energie (elektrické na pohon kompresoru) na nižší druh energie (teplo). Tato vlastnost je z ekologického hlediska velmi nepříznivá a to i v případě, je-li kompresor napájen elektrickou energií z vlastní výroby elektrárny či teplárny.

Jestliže existují možnosti využít odpadní teplo bez přečerpání pro technologii, je účelné toto opatření provést. Ku příkladu v TTR je surová voda před čířením a demineralizací ohřívána na teplotu 24°C parou dodávanou spotřebitelům. Vzhledem k teplotě chladicí vody vycházející z kondenzátoru 30 až 35°C je možné část této vody odebrat do paralelní větve za chladicí věží a ohřívat s ní surovou vodu před čířením v rekuperačním výměníku. Hlavní přínos tohoto opatření by byla úspora páry a tedy i nákladů na její výrobu.

Závěrem lze říci, že využití odpadního tepla v energetice je obtížné, ale ne nemožné, a ekologická i ekonomická analýza tohoto problému patří k celkovému návrhu energetického zařízení.



## 6. Stávající stav v Teplárně Trmice, a.s.

Provozovna Teplárna Trmice, a.s. je zdrojem tepelné energie, která je dodávána ve formě páry do výměníkových stanic pro vytápění bytových jednotek a jiných objektů, a dále do průmyslových firem pro výrobní a sociální účely. Pro dodávku el. energie do veřejné sítě je k dispozici 88 MW el. výkonu turbogenerátorů č. TG 4, 5, 6, 7, 8 a 70 MW el. výkonu paroplynového cyklu (PPC).

Teplárna Trmice, a.s. se skládá ze dvou zdrojů a to:

A) TTR – roštové kotle K101 a K104 a granulační kotle K105 až K108, přičemž kotle K101+K104, K105 a K106 ve spojení s TG 6, 7 a 8 vyrábějí v kogeneraci teplo a elektrickou energii.

B) PPC – jednotka paroplynového cyklu. U PPC se rovněž jedná o kombinovanou výrobu tepla a elektrické energie. Kotle K101 až K108 jsou provozovány dle aktuální potřeby výroby tepla a elektrické energie.

### 6.1 Základní parametry TTR

Kotle K101-K108

parní výkon .....	620	[t./hod]
tepelný výkon.....	469,26	[MWt]
tepelný příkon .....	562,2	[MWt]
elektrický výkon.....	88	[MW]
dodávky tepla max.....	1 406	[GJ/h]
dodávky tepla prům. ....	3 300	[TJ/rok]

Dle rozhodnutí vedení společnosti na základě environmentální politiky EU a společnosti ČEZ je potřeba snižovat spotřebu surové vody a zlepšit její

efektivní využití. Na základě těchto skutečností si musíme v první řadě určit priority chlazení a efektivního využití chladicích systémů.

### **Čerpací stanice**

Čerpací stanice slouží k nucenému oběhu vody jako chladicího média především pro kondenzátory turbogenerátorů TG, pro generátorové a olejové chladiče TG, dále jsou touto vodou chlazeny kotle, kompresory a další zařízení. Oteplená voda se vrací z výrobního bloku zpět na chladicí věž, kde je v chladicím systému ochlazená proudem vzduchu; ochlazená voda se shromažďuje ve vanách věží a odtud proudí do sací jímky, ze které je pomocí chladicích čerpadel čerpána zpět do výrobního bloku - jedná se tedy o cirkulační uzavřený chladicí systém.

### **Provoz chladicích okruhů**

*Provoz uzavřeného chladicího okruhu kondenzačních turbín TG-4, 5 a úprava chladicí vody.*

Voda upravená filtrací se dodává do bazénu pod chladicí věž. Chladicím okruhem cirkulující chladicí voda se v chladicí věži ochlazuje částečným odpařováním a kontaktem s atmosférickým vzduchem. Aby se zabránilo vytváření anorganických usazenin v chladicím systému, je přidáván stabilizátor tvrdosti. Chemikálie jsou dávkovány automaticky v závislosti na obsahu měřené složky stabilizátoru tvrdosti. Vytváření řas, bakteriálních slizů apod. zabraňuje přidavek biocidů, které se dávkuje v cyklických intervalech. Pro zabránění tvorby korozivních produktů se nárazově dávkuje inhibitor koroze. K odstranění mechanických nečistot slouží boční filtrace o výkonu 2,5 % cirkulujícího množství. Pomocí čerpadel je voda z bazénu čerpána na chlazená technologická zařízení. Ohřátá chladicí voda je vedena zpět přes chladicí věž do bazénu.

Po překročení zadaného čísla zasolení je voda pomocí odpouštění přes dva vertikální pískové filtry odluhována do technologické kanalizace. Úbytek vody způsobený odsolováním, odpařením a rozstříkem je na základě měření hladiny v bazénu, doplňován pomocí čerpadla vodou z jímky filtrované vody. Množství stabilizátoru tvrdosti v systému sleduje vyhodnocovací zařízení Trasar 352 Controller.

### ***Otevřený (zčásti uzavřený) chladicí okruh***

Upravená filtrovaná voda je přímo zavedena do všech chladicích okruhů. Z výstupů chladicích okruhů teplárny končí ve vychlazovací jímce a odtud je zčásti přečerpávána do CHÚV, kde se dále využívá k výrobě demineralizované vody. Tímto řešením se využije odpadní teplo a snižuje se spotřeba chemických látek pro úpravu vody. Dále se rovněž snižuje množství vypouštěných odpadních vod.

Chladicí věž - energetická náročnost

Oběhová čerpadla chladicího okruhu mají příkon 850 kW.

Počet provozovaných čerpadel odpovídá počtu provozovaných turbogenerátorů.

Čerpadla na doplňování chladicího okruhu do ČSCHV pro TG4, 5 jsou instalována 4 čerpadla na CHÚV 4 a jsou používána dle výkonu TG 4,5,6 a částečně i pro PPC.

### ***Uzavřený chladicí okruh***

Uzavřený chladicí okruh TTR1 zajišťuje – ČSCHV pro TG 4,5 a chlazení vzduchu generátorů KUP TG6 a kompletní technologii TG 4,5 a částečně technologii TG6 a napájecí stanice TTR1. Tato využitá odpadní chladicí voda je společně s ostatním odvodňovacím potrubím středotlaké sítě v kondenzaci svedena do jímky oteplených vod a odtud čerpána dvěma čerpadly oteplených vod do výtlačku chladicí vody TG4,5 až do chladicích věží. Z důvodu snížení vysoké koncentrace solnosti je odluhování chladicích věží svedeno do CHÚV3 společně s technologickými vodami a vodami zneutralizovanými v CHÚV.

### ***Chladicí věž***

Základní technické údaje a popis chladicí věže

výška věže .....	55 m
průměr věže u paty .....	48,72 m
množství protékající vody .....	12 200 m <sup>3</sup> /hod
základní teplota ochlazené vody.....	24 °C
chladicí pásmo (ochlazení o t).....	9 °C

Uvedené údaje platí pro venkovní vzduch:

- teplota suchého vzduchu 15 °C
- relativní vlhkost 70 %
- barometrický tlak 98,08 kPa

Oteplená cirkulační voda je do věže přiváděna potrubím o průměru 1400 mm, které je rozděleno do dvou větví o průměru 1100 mm opatřených uzavíracími armaturami s elektropohonem pro ovládání z velínu. Obě potrubí jsou vedena ve věži samostatně a ústí do vodotěsně oddělených polovin žlabů rozvodu vody. Toto opatření umožní provozovat obě poloviny věže samostatně při polovičním průtoku vody po dobu oprav jednoho z obou bloků nebo v zimním období při nízkých teplotách okolního vzduchu. Z obou větví jsou vyvedeny přívody vody pro prstence zimní ochrany s uzavíracími armaturami s elektropohonem pro ovládání z velínu. Prstenec zimní ochrany je také rozdělen a obě jeho větve mohou pracovat samostatně. Použité řešení umožní provoz věže s polovičním průtokem vody i v zimním období.

Na žlaby rozvodu vody jsou napojeny rozvodné trubky, opatřené rozstřikovacími tryskami, v nichž se proud vody tříští na jemný déšť zavodňující celou chladicí soustavu. Kontrolu průchodnosti trysek rozvodu vody lze provést následujícím jednoduchým postupem. Při rychlosti větru do 2 m/s ve výšce cca 2m nad okolím a při pokud možno nízkém hydraulickém zatížení a všech dobře zavodněných tryskách (výška hladiny ve žlabu mírně nad horní hranou trubek rozvodu vody) se pozorují obrazce vytvářené kapkami vody dopadajícími na hladinu vany věže. Pod dobře fungujícími tryskami se vytvářejí bílé plochy, pod chybně fungujícími tryskami, kam kapky nedopadají, zůstane hladina tmavá.

Spadlé trysky, které vodu nerozstříkují, se projeví proudem vody stékající z desek výplně. Tmavé pruhy se objevují také pod žlaby a trámci nosné konstrukce, které proud padajících kapek odstiňují. Tyto pravidelné obrazce lze snadno odlišit od nepravidelných obrazců tvořících se pod chybnými tryskami, navíc trámce jsou pod výplní patrné. Kontrolu lze samozřejmě provádět i při běžném provozu, vlivem zvýšeného hydraulického zatížení je však kapková část hůře průhledná, kapky se vlivem proudění vzduchu odchyľují od kolmého směru a proto je lokalizace chybně fungujících trysek obtížnější.

Chladicí výplň je provedena z desek typu 2H19. Eliminátory jsou provedeny z tvarovek typu BETVAR z plastické hmoty. Tyto tvarovky jsou spojkami svázány v tuhé celky a jsou v krajních partiích podle potřeby zkráceny tak, aby celá plocha věže byla eliminátory rovnoměrně pokryta. Odtok vody z vany věže je zajištěn ve stěně, na kterou navazuje hlava kanálu chladicí vody. Proti přeplnění vany chladicí věže je věž jištěna přepadem do kanalizace.

### ***Chemie chladicí věže***

K sledování a řízení chemického režimu chladicího okruhu slouží chemická laboratoř a kontinuální měření koncentrace dispergantu (Nalco Trasar 23210). Povinností chemické služby je zajistit trvale vhodné chemické ošetření chladicího okruhu, sledování a vyhodnocování chemického režimu. Chemická kontrola je prováděna na analyzátorech ve vlastní chemické laboratoři a kontinuálním sledováním koncentrace dispergantu analyzátozem Nalco 3000 a kontinuálním sledováním vodivosti.

Zařízení pro zpracování a publikování dat :

- počítač technologický s příslušenstvím
- software firmy Nalco – dávkování koagulantu pod věž

Činnost obsluhy chemické úpravy vody při standardním provozu:

- sledování a kontrola měřených hodnot,
- sledování a řízení zahuštění chladicího okruhu
- povinnost nahlašování zvýšených hodnot

### ***Filtrace odluhů z chladicího okruhu***

Při překročení zahuštění chladicího okruhu se voda odluhuje přes dva vertikální pískové filtry s tryskovým dnem o průměru 3000 mm a filtrační ploše 7,0m<sup>2</sup>, specifický výkon jednoho pískového filtru činí 8,57 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/hod., do technologické kanalizace TTR zaústěné do technologické části ČOV. Jako filtrační náplň slouží křemičitý písek o zrnitosti 2-4 mm. V závislosti na čase a na znečištění filtrované vody stoupá odpor pískového lože. Po dosažení nejvýše

dovoleného odporu, je nutno filtr zbavit odfiltrovaných nečistot. Filtr je vypírán kombinací vody a vzduchu se směrem proudění odspodu nahoru. Celý proces vypírání nečistot z pískového lože je automatizován a je ukončen v okamžiku průzračného optického zabarvení odpadní prací vody. Odpadní vody z praní se odčerpávají ze sedimentační jímky na bagrovací stanici, odkud se plaví na složiště Barbora.

## **6.2 Chlazená zařízení**

V TTR můžeme chlazená zařízení rozdělit na 3 základní celky , a to :

- 1) strojovny
- 2) kotelny
- 3) paroplynový cyklus

Co se týče chladicích systémů v TTR jsou na každém bloku jiné technologie, které využívají různé chladicí systémy postavené v různorodém časovém horizontu – a na základě těchto skutečností není potřebná orientace v různých chladicích systémech jednoduchá , a proto si jednotlivé technologické celky musíme probrat samostatně a samozřejmě tedy potřebují samostatné technologicko-konstrukční řešení. V dalších kapitolách si musíme objasnit jednotlivé technologické části celků.

### ***Strojovny***

Jak je všeobecně známo, strojovny elektráren a tepláren jsou dle energetických celků rozděleny do čtyř částí :

- a) výroba elektr. energie – generátory
- b) napájecí stanice – dodávka vody do kotlů (napájení kotlů)
- c) tepelná úprava vody pro napájení kotlů
- d) chladicí stanice – jímka filtrované nebo surové vody na chlazení jednotlivých částí strojoven a kotlen a jednotlivých celků TTR.

Strojovny TTR II, III jsou součástí hlavního nosného bloku s parními generátory K5, K6 a turbogenerátory TG7, TG8 a napájecí stanice pro tyto parní generátory s elektronapáječkami EN11 – EN14.

### ***Kotelny***

Zařízení kotelen TTR můžeme rozdělit na 3 časové etapy výstavby energetického komplexu a tj. :

a) **TTR I.** - jsou v ní nainstalovány 2 vysokotlaké roštové kotle o jmenovitém výkonu 50t/hod při tlaku 13MPa a teplotě 500°C, které jsou po kompletní rekonstrukci varného systému

b) **TTR II.+III.** – jsou v ní nainstalovány 2 vysokotlaké granulační parní generátory s práškovým ohništěm o jmenovitém výkonu 145t/hod při tlaku 14Mpa a teplotě 535°C.

c) **TTR IV.** - vyrábí páru pouze pro dodávku do města a pro TG4 a TG5 o parametrech 115t/hod při tlaku 1,7MPa a teplotě 275 °C. Toto zařízení má své specifické chladicí zařízení, tj. odlišné než ostatní bloky...

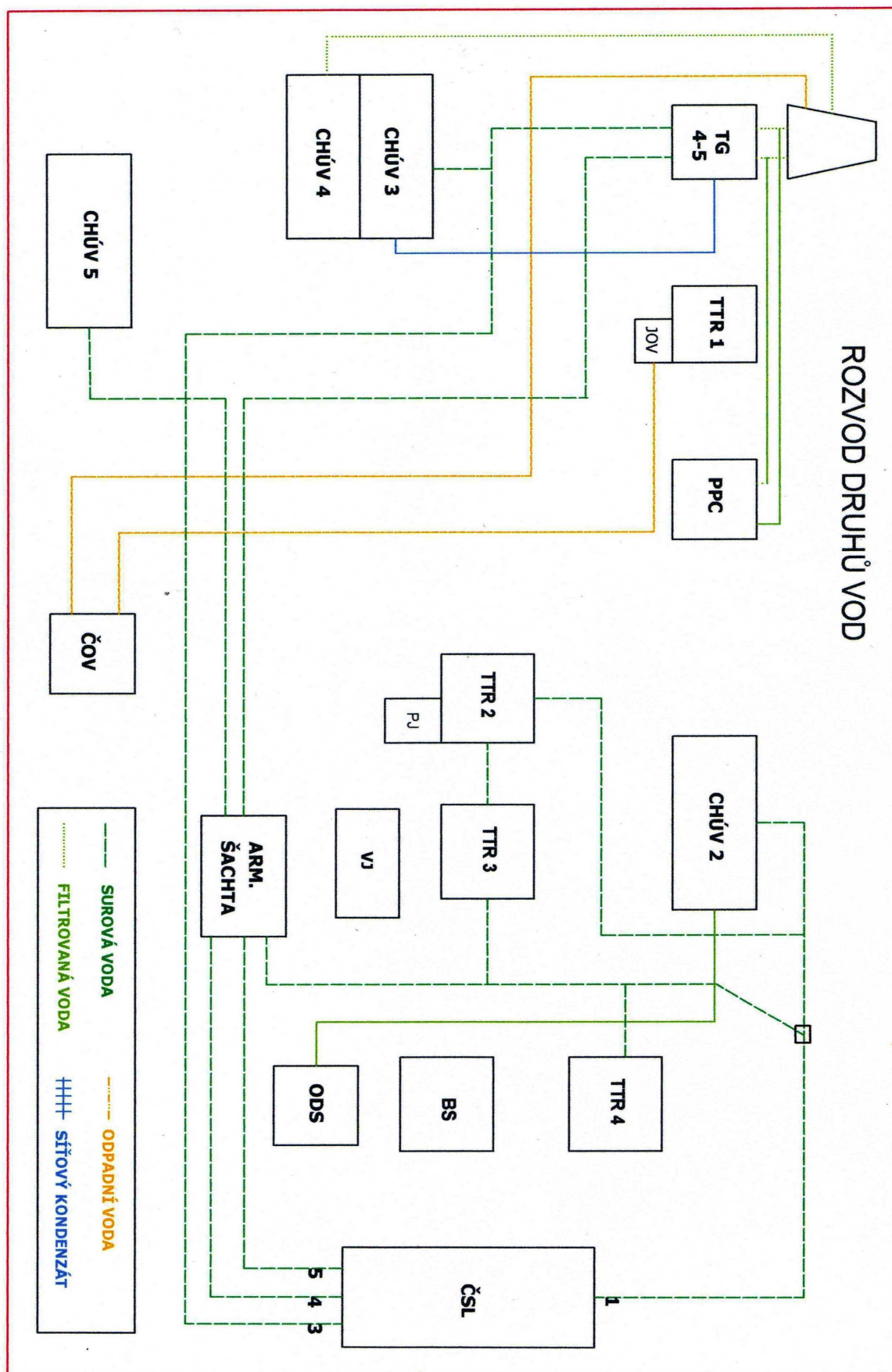
### ***Paroplynový cyklus***

V teplárně používaný jako dispečerská záloha a jeho provoz je regulován dle potřeby centrálního dispečinku ČEZ v Praze. Paroplynový cyklus má samostatnou spalovací plynovou turbínu o elektrickém výkonu 88MW.

ÚSEK	ZAŘÍZENÍ	DRUH VYUŽITÍ	DRUH POUŽITÉ VODY	SMĚR VÝSTUPU
Strojovny - kondenzát	generátor	chlazení	filtrovaná voda	okruh chl.věže
	turbogenerátor TG4 a TG5	chlazení	filtrovaná voda	okruh chl.věže
TTR 1	elektronapáječka (101 a 103)	chlazení	labská voda	kanalizace (ČOV)
	generátor	chlazení	filtrovaná voda/chl.okruh věže	vychlazovací jímka
	turbogenerátor TG6	chlazení	labská voda	kanalizace (ČOV)
	turbonapáječka	chlazení	labská voda	kanalizace (ČOV)
	kondenzátor ucpávkové páry	chlazení	labská voda/filtrovaná voda	kanalizace (ČOV)
TTR 2	elektronapáječka (EN11 a EN12)	chlazení	filtrovaná voda	požární jímka
	hydrospojka	chlazení	filtrovaná voda	požární jímka
	motor elektronapáječky	chlazení	filtrovaná voda	CHÚV
	turbogenerátor TG7	chlazení	filtrovaná voda	požární jímka
	kondenzátor ucpávkové páry	chlazení	filtrovaná voda	CHÚV
	generátor	chlazení	filtrovaná voda	vychlazovací jímka
TTR 3	hydrospojka	chlazení	labská voda	vychlazovací jímka
	generátor	chlazení	filtrovaná voda	vychlazovací jímka
	turbogenerátor TG8	chlazení	labská voda	vychlazovací jímka
	motor elektronapáječky	chlazení	filtrovaná voda	CHÚV
	elektronapáječka (EN13 a EN14)	chlazení	labská voda	vychlazovací jímka
	kondenzátor ucpávkové páry	chlazení	filtrovaná voda	vychlazovací jímka
TTR 4	turbonapáječka (1 a 2)	chlazení	filtrovaná voda	kanalizace (ČOV)
	elektronapáječka	chlazení	filtrovaná voda	kanalizace (ČOV)
Kotelna bloku TTR1 (K101 a K104)	vzorkovače	chlazení	labská voda	bagrovací stanice
	drtiče	chlazení	labská voda	škvára
	trámce	chlazení	labská voda	vychlazovací jímka
	hydropopílkování	splavování	voda z plaviště	bagrovací stanice
Kotelna bloku TTR2 (K105)	regener.ohřívák vzduchu	chlazení	filtrovaná voda	bagrovací stanice
	vzorkovače	chlazení	filtrovaná voda	bagrovací stanice
	olejové chladiče mlýnů	chlazení	filtrovaná voda	bagrovací stanice
	splavovací voda	splavování	labská voda/voda z bagr.stan.	bagrovací stanice
Kotelna bloku TTR3 (K106)	regener.ohřívák vzduchu	chlazení	labská voda	bagrovací stanice
	vzorkovače	chlazení	labská voda	bagrovací stanice
	olejové chladiče mlýnů	chlazení	labská voda	bagrovací stanice
	splavovací voda	splavování	labská voda/voda z bagr.stan.	vychlazovací jímka
Kotelna bloku TTR4 (K107 a K108)	výsypky	splavování	filtrovaná voda / SV	vychlazovací jímka
	regener.ohřívák vzduchu	chlazení	demivoda	vychlazovací jímka
	vzorkovače	chlazení	demivoda	vychlazovací jímka
	olejové chladiče mlýnů	chlazení	filtrovaná voda / SV	vychlazovací jímka
	splavovací voda		labská voda/voda z bagr.stan.	bagrovací stanice

Tab.5 Rozvod druhů vod





**Obr.2 – Rozvod druhů vod v TTR**

### **6.3 Vstup a výstup vody, úprava vody, spotřeba vody na chlazení**

Jak je už známo z různých publikací a praxe, voda je jedno z nejdůležitějších medií používaných v energetických výrobních systémech. Hlavním zdrojem chladicí vody pro TTR je čerpací stanice Labe. Z čerpací stanice Labe je přiváděna surová voda třemi labskými řády, číslo 1, 4, 5.

#### **Vstup**

Labský řád č.1 – je přiveden na rozhraní bloku TTR IV a TTR II+III do tzv. domečku, kde se nachází rozpojovací armatura propojená s armaturní šachtou labských řádů, která se nachází vedle technologického objektu ODS (odsiření). Z labského řádu číslo 1 mezi domečkem a armaturní šachtou jsou odbočky na CHÚV 2 a výrobní blok TTR II+III, kde je labský řád zokruhován tak, jestliže dojde k výpadku dodávky vody z labského řádu č.1, naskýtá se tu možnost zásobování surovou vodou pro CHÚV2 a TTR II + III z armaturní šachty labských řádů 4 a 5.

Labské řády č.4 a 5 jsou vedeny samostatně do armaturní šachty, z které je vedena samostatná odbočka pro bagrovací stanice a pro CHÚV 3 a CHÚV 5. Výrobní blok TTR I je napájen labským řádem č.1 přes armaturní šachtu do rozdělovače, který se nachází na -4m pod TG 5.

Do armaturní šachty je zaústěn ještě havarijní zdroj surové vody pro TTR pod názvem Bílina, který je samostatně veden z řeky Bílina.

Nedílnou součástí každého teplotního systému je i vratný kondenzát, který se vrací z výměňkových stanic Ústí nad Labem, což činí 60-70% dodávky páry spotřebitelům v Ústí nad Labem.

#### **Výstup**

Spotřeba vody v TTR je ovlivněna jednotlivými technologickými celky, jejich spotřebou a dopravou, kde dochází k různým netěsnostem na chladicím systému a unikání chladicího média a tedy k nárůstu vlastní spotřeby surové vody, která je zapotřebí k doplnění ztrát, tj. voda odpouštěna přes ČOV, ztráta odparem v chladicí věži, ztráta odparem z odkaliště Barbora .

## **Úprava vody**

Nemalou finanční částku je zapotřebí na úpravu vody pro jednotlivé technologické celky TTR. Pod úpravou vody pro jednotlivá technologická zařízení se myslí úprava vody pro chladicí systémy - jejich doplňování vzniklých ztrát odparem, netěsnostmi a úprava surové vody na demineralizovanou vodu pro jednotlivé parní generátory K1- K7.

V této části práce zhodnotíme náklady na úpravu a používání surové vody a jednotlivé technologické procesy úprav surové vody v TTR. Na základě toho si musíme rozdělit úpravu vody do určitých částí dle chronologického technologického procesu.

## **Čištění**

Už při samotném čerpání surové vody z Labe jsou provedeny technologické procesy, tj. čištění od hrubých nečistot pomocí česel a mikrosít na čerp.stanici Labe. Dalším nedílným krokem a nejdůležitějším je úprava v samotném objektu TTR:

a) Číření – neboli koagulace vody je pochod, který má z upravované vody vysrážet neusaditelné a koloidní látky. Podstatou pochodu je zrušení koloidního stavu při neutralizaci el. nábojů. Jako čířících činidel (koagulantů) se používá hlinitých nebo železitých solí. Potřebné množství koagulantu se dávávkouje mokřým dávkovačem. Promíchá se do celého objemu čířené vody, která se udržuje v mírném pohybu, aby se po průběhu reakcí vytvořily jemné vločky. Z nich se pak tvoří velké sedimentující shluky vloček, které se odstraní usazováním a jejich zbytek rychlou filtrací.

b) Filtrace – proces, při kterém se oddělují tuhé částice z tekutin průchodem filtrované suspenze filtrační přepážkou za tlaku.

c) Demineralizace – spočívá v odstraňování iontů silných i slabých kyselin a zásad včetně oxidu křemičitého a uhlíčitého z vody. Demineralizace vody v sobě zahrnuje technologické procesy jako změkčování vody, dekarbonizaci vody, desilikaci vody atd.

Jsou vybudovány čtyři provozy pro chemickou a fyzikální úpravu vody.

**CHÚV 2** slouží na výrobu a uskladnění filtrované vody pro chlazení energetických celků.

**CHÚV 4** slouží na výrobu a uskladnění filtrované vody pro chladicí okruh kondenzačních turbín.

**CHÚV 5** slouží k výrobě čířené filtrované vody a následné výrobě demineralizované vody.

**ČOV** slouží k úpravě technologických odpadních vod a splaškových vod před vypuštěním do řeky Bíliny.

CHÚV 2 slouží pouze k výrobě filtrované vody, která se využívá na chlazení bloků TTR2, TTR3 a TTR4. Filtrovaná voda se tedy vyrábí ze surové z labského řádu č.1 nebo z vnitřního kondenzátu vzniklého z páry v teplárně. Filtrování je prováděno na dvou horizontálních pískových filtrech. Maximální výkonnost těchto filtrů dohromady je 200t/h. Po filtraci je voda čerpána do gravitačních nádrží filtrované vody, odkud je rozváděna samospádem ke spotřebičům. K čištění filtrů se používá filtrovaná voda a na jeden cyklus se jí spotřebuje cca 40 t. Praní se provádí po filtraci 5000 t vody. Odpadní sediment je sveden do ČOV.

Bilance a základní parametry jsou patrné z tabulky č.6.

kapacita CHÚV 2	200	t/h
voda na 1 praní	40	t
čas na 1 praní	0,5	h
průměr spotřeby surové vody	145	t/h
spotřeba prací vody	14 414	t/rok
průměr výroby filtrované vody	144,3	t/hod

**Tab.6 Výroba vody na CHÚV2**

CHÚV 3 slouží jako záložní a havarijní zdroj pro výrobu demineralizované vody a filtrované vody. K tomu jsou instalovány na CHÚV 3 dvě linky. Má přímé připojení na vychlazovací jímku TUL 3, ale pro tuto vodu slouží jen jako transportní stanice. Zde nemá cenu zjišťovat množství vyrobené vody za rok, neboť bylo velmi malé.

CHÚV 4 slouží jako chemická úprava síťového i vnitřního a turbínového kondenzátu. Z hlediska chlazení je velmi důležitý, neboť vyrábí doplňovací filtrovanou vodu do cirkulačního systému s chladicí věží a zajišťuje tedy chlazením kondenzaci páry v kondenzátorech turbín TG 4 a TG 5. Využívá se tří dvouvrstvých pískových filtrů, které je třeba čistit po filtraci 12 000 t vody. Maximální výkon tohoto zařízení je až 400 t/h a minimální okolo 30 t/h. Využití filtru je podmíněno bilancí ztrát filtrované vody ve věžovém okruhu. Informace o výrobě obsahuje tabulka č.7.

kapacita CHÚV 4	330	t/h
voda na 1 praní	40	t
čas na 1 praní	0,5	h
průměr výroby	159	t/h
průměr výroby	1 396 558	t/rok

Tab.7 Výroba vody na CHÚV4

Nejzajímavější úpravou vody v teplárně je CHÚV 5. Zpracovává se tu labská voda, voda z jímky oteplených vod a vnější síťový kondenzát. Výstupem je poté demineralizovaná voda, která slouží k napájení parních generátorů. Část vody je ale odvedena do TTR4, kde slouží k okruhovému chlazení některých technologických zařízení.

Voda se nejprve upravuje v čiřicích reaktorech, kde je do ní přidáván 5%  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  a 2%  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ . Vzniká odkal, který je transportován do bagrovací stanice. Vyčištěná voda se filtruje na horizontálních pískových filtrech. Kondenzáty turbínový a síťový se upravují na samostatných linkách. Regenerace katexu u linky turbínového kondenzátu se provádí po zpracování 82600 t a u linky síťového kondenzátu po zpracování 21 000 t – katex a po 27 000t - mix. Druhy a množství zpracovaných vod bilancuje tabulka č.8.

	Surová [t]	Demivoda [t]	Vrat.kond. [t]
leden	180 779	200 758	67 189
únor	204 727	182 458	60 539
březen	189 887	163 194	61 250
duben	117 857	131 327	65 376
květen	114 562	104 442	52 205
červen	107 149	88 221	42 487
červenec	107 706	79 377	38 317
srpen	116 086	88 767	46 628
září	109 615	83 313	45 080
říjen	118 456	119 771	64 794
listopad	125 308	121 053	49 370
prosinec	129 145	140 999	56 403
<b>celkem</b>	<b>1 621 276</b>	<b>1 503 680</b>	<b>649 638</b>

Tab.8 Zpracované vody na CHÚV 5

### **Čistírna odpadních vod (ČOV)**

Nedílnou součástí TTR je samozřejmě i čistírna odpadních vod ČOV. Pro mechanické čištění odpadních vod se používají česla, síta, děrované žlaby, rozmělnovače shrabků, lapák šterku, lapák písků, tuků a olejů, dešťová zdrž, usazovací nádrž, prostý septik. Pro biologické čištění se používá biologický filtr, aktivční nádrž, regenerační nádrž, dosazovací nádrž, půdní filtr, závlaha odpadní vodou, biologický rybník. Pro zpracování kalů biolog. septik, šterbinová nádrž, vyhnívací nádrž, kalová pole, objekty a přístroje k zahušťování, vypírání, odvodňování a splavování kalu.

<b>Bilance vod pro ČOV</b>			
<b>vstup</b>	<b>množství</b>		
	<b>min.</b>	<b>max.</b>	<b>průměr</b>
Vychlazovací jímka TTR 1	161	350	255,5
Vychlazovací jímka TTR 2	60	40	50
Vychlazovací jímka TTR 3	0	25	13
Bagrovací stanice	-10	50	20
Odpady z chemických úpraven	40,35	60,5	50,42
<b>celkem</b>	<b>251,35</b>	<b>525,5</b>	<b>388,92</b>

**Tab.9 Bilance vod pro ČOV**

## 7. Návrh řešení rekonstrukce

### ENVIRONMENTÁLNÍ ASPEKTY CHLADICÍCH SOUSTAV

Při rekonstrukci rozvodů chladicích systémů bychom si měli říci na úvod v dnešní době aktuální připomínky ve zkratce, které se týkají environmentální politiky nakládání a hospodaření s vodou. Provozování chladicích soustav má určité důsledky na životní prostředí. Míra a charakter environmentálních dopadů jsou proměnlivé v závislosti na principu chlazení a na způsobu, jakým jsou tyto soustavy provozovány. *Environmentální aspekty chladicích soustav se mění v závislosti na použitém uspořádání chlazení, ale středem pozornosti je převážně zvýšení celkové energetické účinnosti a snížení emisí do vodního prostředí.* [4]

Výsledkem provozování nebo i retrofitu a výměny zařízení jsou následující odpady, které mají být zlikvidovány:

1. kal z předběžné úpravy přiváděné vody (např. dekarbonizace), úprava chladicí vody,
2. odkalované vody, odpady z provozu recirkulačních mokrých chladicích věží,
3. nebezpečný odpad (např. malé kontejnery, důsledky rozlití), který je přidružen k chemické úpravě chladicí vody v mokrých chladicích soustavách,
4. odpadní voda vzniklá při čisticích operacích,
5. odpady jako výsledek retrofitu, výměny, nebo vyřazení zařízení z provozu,
6. kaly, které pocházejí z předběžné úpravy chladicí vody, nebo z nádrží chladicích věží musí být považovány za odpad.

Každý investiční projekt před realizací musí být dokonale prodiskutován a připraven tak, aby nevznikli kardinální nejasnosti v průběhu realizace. V investičním projektu rekonstrukce chladicích okruhů TTR I. A TTR II.+III. je třeba přistupovat s obezřetností a důkladnou přípravou vzhledem k stávajícímu zastaralému technologickému zařízení. Dle dnešní ekonomické náročnosti při výrobě elektrické energie a spotřebě medií na její výrobu je velmi důležité snižovat ceny vstupních a zvyšovat ceny výstupních medií. A proto rekonstrukci chladicích okruhů jsme nuceni rozdělit na několik etap kvůli náročnosti jednotlivých technologických částí celků.

## 7.1 Úprava na TTR I.

### 7.1.1 Rozdělení vod před rekonstrukcí - vstupy a výstupy

Největším zdrojem úniku z chlazení je odpadní voda z TTR I., která je v současné době rozdělena do dvou chladicích okruhů. Okruh chlazený filtrovanou vodou – KUP a chladič vzduchu generátoru TG 6, který je vsazen do chladicího okruhu věže pro chlazení TG 4,5. Ostatní chlazení technologických celků je chlazen surovou vodou, která je odváděna do splaškové kanalizace a následně na ČOV. Jedná se o kompletní chlazení napájecí stanice TTR I. a olejových chladičů TN 105, TG 6 a chlazení transformátoru TG 6.

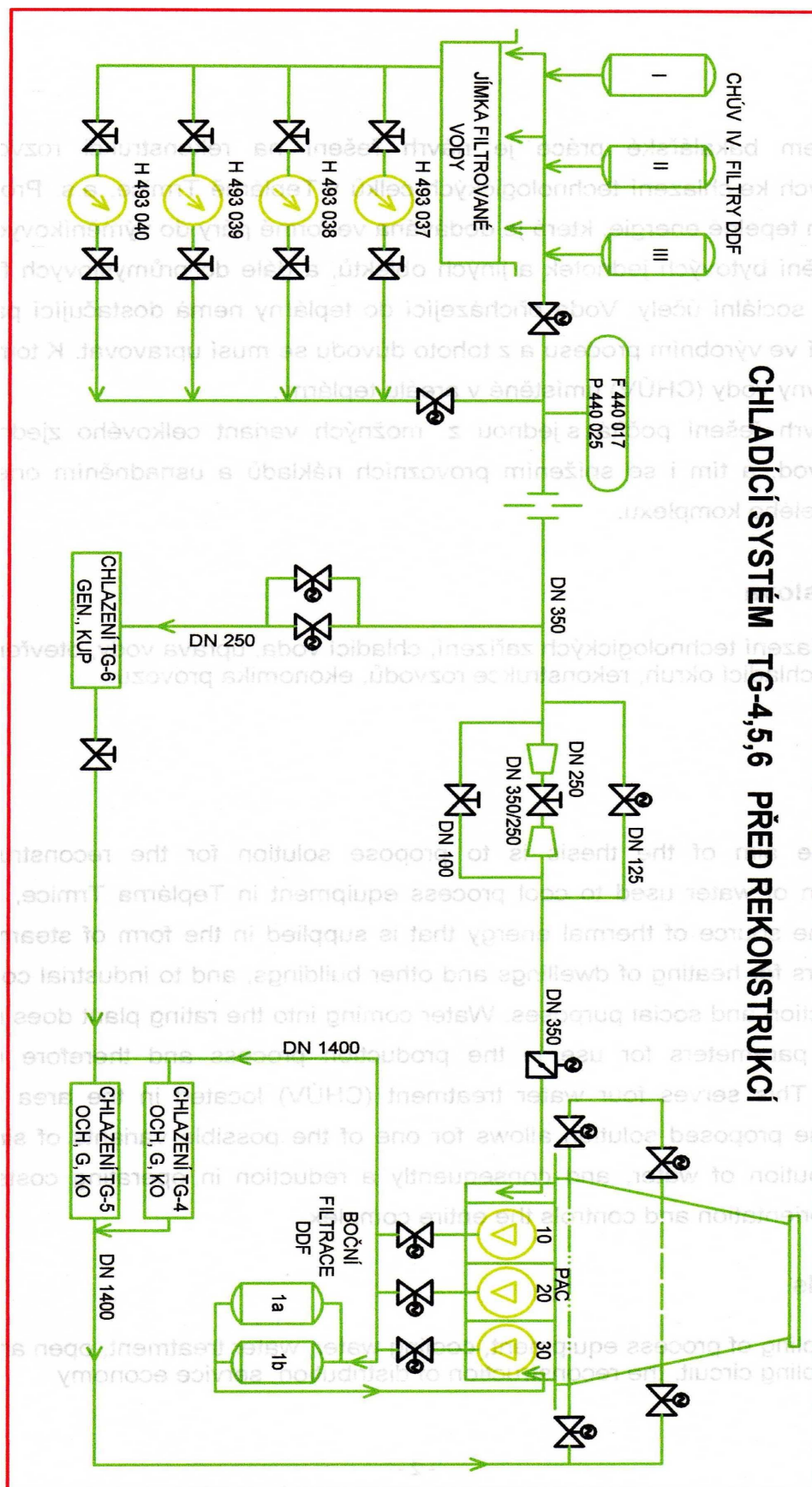
Zařízení	Vstup/druh	Vystup/do	Průtok – odhad t/h
EN 101/motor	Surová	VJ-DUI I. /ČOV	88,2
EN 101/čerpadlo	Surová	VJ-DUI I. /ČOV	6,012
EN 102/motor	Surová	VJ-DUI I. /ČOV	88,2
EN 102/čerpadlo	Surová	VJ-DUI I. /ČOV	6,012
EN 103/motor	Surová	VJ-DUI I. /ČOV	88,2
EN 103/čerpadlo	Surová	VJ-DUI I. /ČOV	6,012
SOH EN 102/103	Surová	VJ-DUI I. /ČOV	0,07
SOH EN 101	Surová	VJ-DUI I. /ČOV	0,07
TN 105/čerpadlo	Surová	VJ-DUI I. /ČOV	6,012
TN 105/OCH	Surová	VJ-DUI I. /ČOV	10,26
<b>Celková spotřeba vody napájecí stanice pro VTK + PPC</b>			<b>299,048</b>

Tab.10 Spotřeba vody pro napájecí stanice VTK a PPC před rekonstrukcí

Zařízení	Vstup/druh	Vystup/do	Průtok – odhad t/h
TG 6/OCH I. II.	Surová	VJ-DUI I. /ČOV	13,97
TG 6/Kup	Surová/filtrovaná	VJ-DUI I. /ČOV/TG 4,5	50
TG 6/Generátor	Surová/filtrovaná	VJ-DUI I. /ČOV/TG 4,5	56,52
Vzorkovače	Surová	VJ-DUI I. /ČOV	3,67
<b>Celková spotřeba vody pro chlazení TG 6</b>			<b>124,16</b>

Tab.11 Spotřeba vody pro TG-6 před rekonstrukcí





Obr.3 – TTR I. před rekonstrukcí

### 7.1.2 Rozdělení vod po rekonstrukci - vstupy a výstupy

Základem návrhu řešení chlazení technologie TTR I. filtrovanou vodou je změna směru proudění doplňování chladicí věže z CHÚV 4 přes chlazení technologických částí TTR I.

Tato voda může být odčerpávána na filtrační stanici DDF CHÚV 4 a používána jako doplňovací voda do chladicí věže a další množství na CHÚV 5 pro další technologické použití.

- Filtrovanou vodu pro doplňování do věže využít na chlazení OCH I. II., OCH TN 105, SOH EN 101, 102, 103.
- Tlak filtrované vody musí dosáhnout minimálně 0,5 MPa z důvodu případných netěsností olejových chladičů (event. průnik vody do oleje a ne opačně)
- Tímto způsobem by se zamezilo úniku chladicí vody do splaškové kanalizace a následně na ČOV a využití věže TG 4,5 v DZ 85, která umožňuje využít chladicí vodu z TG4,5 pro chlazení technologie TTR I.
- Podmínkou tohoto chlazení je rekonstrukce anebo výměna armatur na výstupu chladicí vody z kondenzátoru TG4,5 kvůli kvalitnější a nutné regulaci průtoku chladicí vody
- Chlazení KUP, chladiče vzduchu generátoru TG 6 nechat na stávající oběhové chlazení TG 4,5

Zařízení	Vstup/druh	Vystup/do	Průtok – odhad t/h
EN 101/motor	Filtrovaná	ČSCHV – TG 4,5	<b>88,2</b>
EN 101/čerpadlo	Filtrovaná	ČSCHV – TG 4,5	<b>6,012</b>
EN 102/motor	Filtrovaná	ČSCHV – TG 4,5	<b>88,2</b>
EN 102/čerpadlo	Filtrovaná	ČSCHV – TG 4,5	<b>6,012</b>
EN 103/motor	Filtrovaná	ČSCHV – TG 4,5	<b>88,2</b>
EN 103/čerpadlo	Filtrovaná	ČSCHV – TG 4,5	<b>6,012</b>
SOH EN 102/103	Filtrovaná	ČSCHV – TG 4,5	<b>0,07</b>
SOH EN 101	Filtrovaná	ČSCHV – TG 4,5	<b>0,07</b>
TN 105/čerpadlo	Filtrovaná	ČSCHV – TG 4,5	<b>6,012</b>
TN 105/OCH	Filtrovaná	ČSCHV – TG 4,5	<b>10,26</b>
<b>Celková spotřeba vody napájecí stanice pro VTK + PPC</b>			<b>299,048</b>

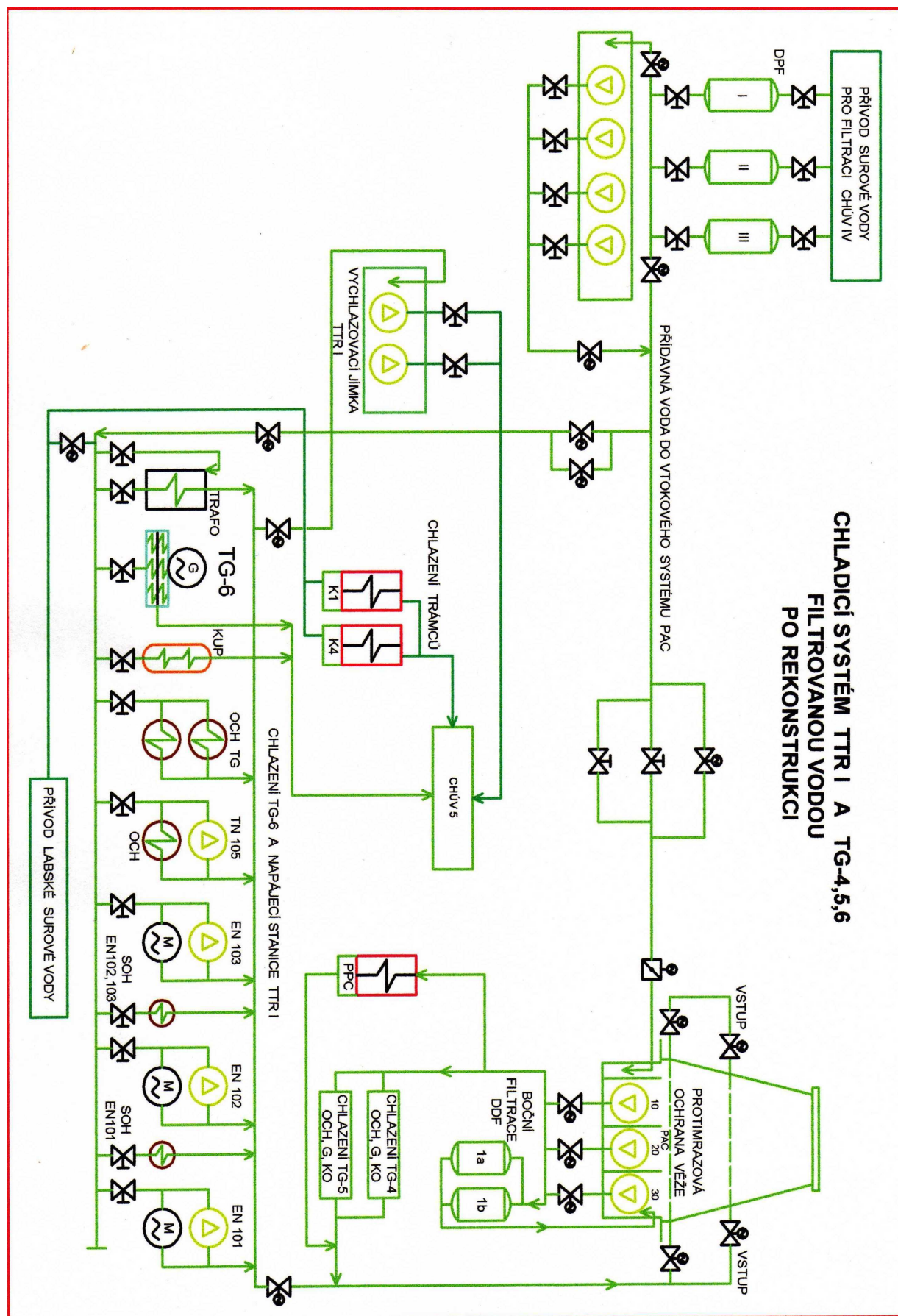
Tab.12 Spotřeba vody pro napájecí stanice VTK a PPC po rekonstrukci

<b>Zařízení</b>	<b>Vstup/druh</b>	<b>Výstup/do</b>	<b>Průtok – odhad t/h</b>
TG 6/OCH I. II.	Filtrovaná	ČSCHV – TG 4,5	<b>13,97</b>
TG 6/Kup	Filtrovaná	CHÚV - 5	<b>50</b>
TG 6/Generátor	Filtrovaná	CHÚV - 5	<b>56,52</b>
Vzorkovače	Filtrovaná	ČSCHV – TG 4,5	<b>3,67</b>
<b>Celková spotřeba vody pro chlazení TG 6</b>			<b>124,16</b>

**Tab.13 Spotřeba vody pro TG-6 po rekonstrukci**

<b>Zařízení</b>	<b>Před rekonstrukcí *</b>	<b>Po rekonstrukci *</b>	<b>Provoz TG 6 + EN skutečný stav</b>
<b>Napájecí stanice TTR I.</b>	<b>299,048</b>	299,048	94,28
<b>TG - 6</b>	124,16	124,16	124,16
<b>Celková spotřeba TTR I.</b>	<b>423,208</b>	<b>423,208</b>	<b>218,44</b>
* Na TTR I. se nezmění průtoky, jenom výstupy z jednotlivých částí technologických zařízení. A tím se sníží průtok o celkové množství spotřeby filtrované vody na TTR I. přes ČOV tj. o 218,44 t/h.			

**Tab.14 Celková spotřeba vody po rekonstrukci TTR I.**



Obr.4 – TTR I. po rekonstrukci

## 7.2 Úprava na TTR II., III.

### 7.2.1 Popis návrhu a jeho přednosti oproti stávajícímu stavu

Stávající stav rozvodu chladicí vody je už zastaralý a nedostačující při dnešní koncepci provozu a nároku kladených na jeho provoz. Rekonstrukci stávajícího zařízení je možné provést za minimálních odstavek jednotlivých technologických celků. Tento návrh se zakládá v podstatě na hospodárnějším a jednoduchém rozvodu chladicí vody a využití odpadních vod z požární jímky K 5 a z vychlazovací jímky K 6 a K 1,4. Voda z chlazení bloků K 5 a K 6 je z cca 80% vrácena do surové vody a v chemických úpravárnách je upravována na kvalitnější vodu a využita znovu k technologickým procesům. Toto procento lze zvýšit, a tím snížit množství odpadní vody, resp. náklady na její doplňování rozdělením odvodů odpadních vod na bloků K 5,6 následovně:

Celý systém chlazení bloku TTR II., III. zrekonstruovat na uzavřený cirkulační chladicí systém s jednou chladicí věží. Chladicí věž by sloužila samostatně jenom pro chlazení bloku TTR II., III. Postup rekonstrukce je popsán v dalších částech této kapitoly. Jedná se o částečné nahrazení jednotlivých komponentů chladicí soustavy.

### 7.2.2 Konstrukční řešení – technologické uspořádání

Tento návrh vyžaduje změnu jímky odpadní vody na bloku TTR III. jako jímku zásobní filtrované vody pro uzavřený blokový rozvod chlazení. Na stávajícím potrubí je zapotřebí provést důkladnou revizi nebo výměnu. Změny by byly provedeny kvůli připojení nových čerpadel do potrubní sítě DUI a jednotlivých technologických částí komplexu.

#### ▪ Návrh na bloku TTR II., III.

1. *Rozdělit chlazení na dva uzavřené cirkulační chladicí okruhy – TTR II. a TTR III.*
2. *Rekonstrukce stávající jímky odpadních vod na bloku TTR III. na zásobní jímku filtrované vody pro chlazení bloku TTR II., III.*
3. *Rekonstrukce chladicích okruhů TTRII., III.*
  - a) *Okruh č. 1*
    - *Chlazení napájecí stanice TTR II.*
    - *Chlazení TG 7*
  - b) *Okruh č. 2*
    - *Chlazení K 5*
  - c) *Okruh č. 3*
    - *Chlazení napájecí stanice TTR III.*
    - *Chlazení TG 8*
  - d) *Okruh č. 4*
    - *Chlazení K 6*
4. *Stávající jímku využívat jako rezervní jímku filtrované vody a pro doplňování odparu do centrální chladicí jímky.*
5. *Instalovat chladicí věž B. A. C – 3 000 Q – 144 t/h – 935 t/h nad budovu stávající jímky odpadních vod – centrální jímka filtrované vody*

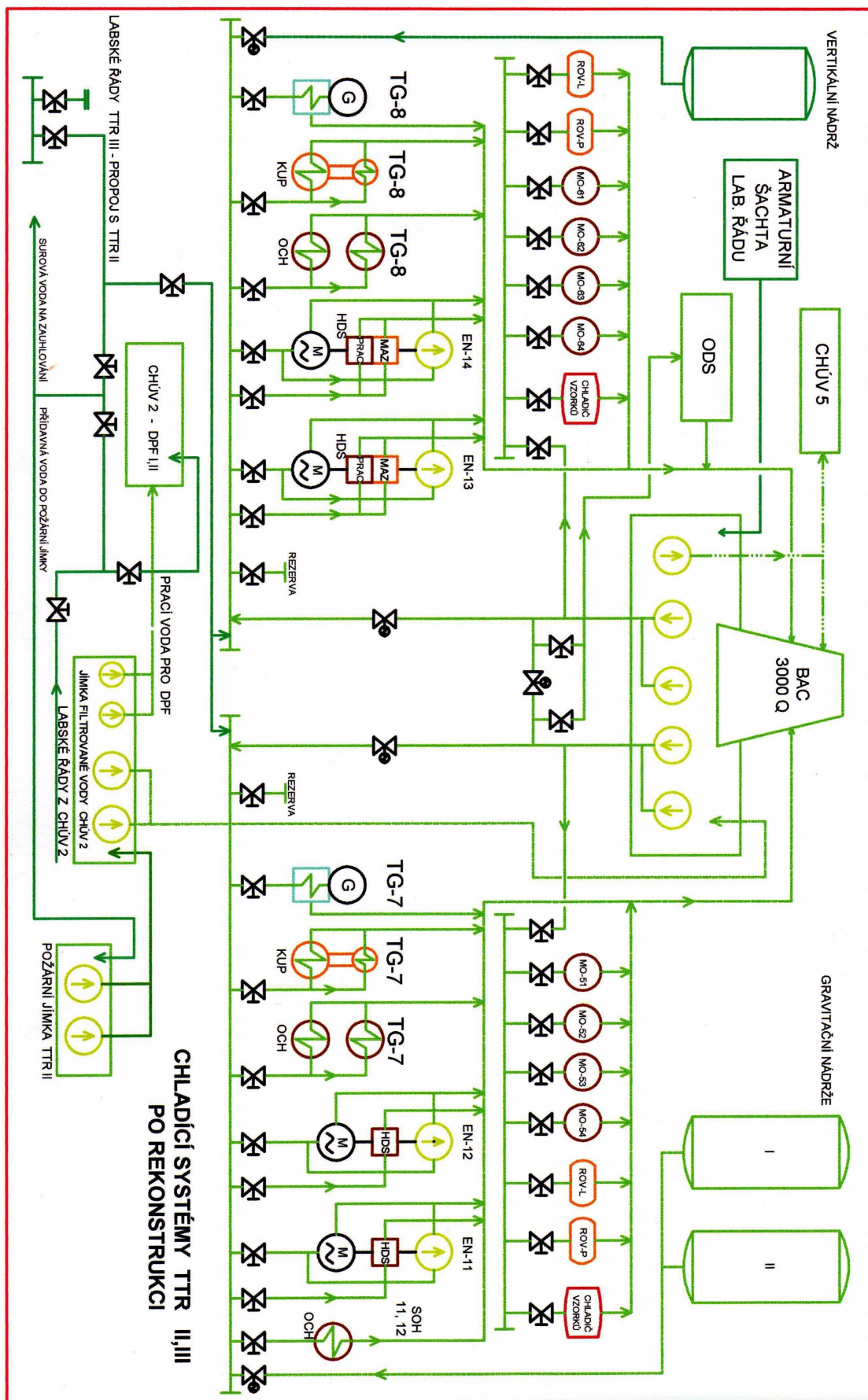
▪ **Návrh na úpravu technologie CHÚV 2**

- V této části, musíme počítat s novým rozvodem tj. přívodním potrubím do gravitačních nádrží – propojovací potrubí na – 4m z výtlaku doplňovacích čerpadel filtrované vody. V tomto případě se jedná o nové potrubí. V další části rekonstrukce musíme uvažovat o výměně čerpadel v jímce filtrované vody. Stávající stav je už nevyhovující a zastaralý a neodpovídá parametrům racionálního a hospodárného provozu dnešní doby. Je zbytečné provozovat 10 ks čerpadel, které jsou náročné na provoz a hlavně jejich režie je drahá a finančně náročná, ekonomicky zatěžující rozpočet společnosti.
- V další etapě přistoupíme k instalaci nových rozdělovačů pro chlazení a odpadního potrubí na kotelnách. Jedná se o chlazení mlýnských okruhů a chlazení regeneračních ohříváků vzduchu a pomocných technologických částí kotelního zařízení.
- Výměna čerpadel na filtrovanou vodu – snížením počtů čerpadel z důvodu změny zásobní jímky filtrované vody pro filtraci a pro doplňování úbytků filtrované vody z chladicího systému – odparem, ztráty rozvodem a netěsnostmi.
- Provést kompletní zjednodušení potrubního systému chlazení na CHÚV 2.

Čerpání z vychlazovací jímky K 6 do CHÚV 4,5 je nastaveno na průměrnou hodnotu 295/305 t/h oproti stávajícímu 250/275 t/h, neboť právě tolik činí dlouhodobý průměr výroby demi-vody na CHÚV 5 a filtrované vody na CHÚV 4. Pokud počítáme s průměrnými parametry, je možné plně zásobovat chemické úpravny vody mírně ohřátou vodou z chlazení. Teplota ve vychlazovací jímce má dlouhodobý průměr 23,57 °C, což vyhovuje požadavku na teplotu vody před čířením 24°C.







Obr.6 – TTR II., III. po rekonstrukci



### 7.2.3 Rekonstrukce chladicího okruhu TTR II.

#### **Chlazení napájecí stanice TTR II**

Jednou z nejdůležitějších technologických celků bloku TTR II. je napájecí stanice K 5. Součástí této napájecí stanice, která potřebuje k svému provozu chlazení, jsou OCH - mazacího oleje SOH pro EN 11,12, OCH HDS - chladič pracovního oleje, ucpávky napájecího čerpadla a chlazení motoru. V tabulce č.15 je stávající stav chlazení – druh chladicí vody a výstup chladicí vody ze zařízení a množství průtoků chladicí vody.

<b>Zařízení</b>	<b>Vstup/druh</b>	<b>Výstup/do</b>	<b>Průtok – odhad t/h</b>
EN 11/motor	Filtrovaná	Jímka filtrované vody CHÚV	<b>88,2</b>
EN 11/čerpadlo	Filtrovaná	Požární jímka	<b>6,012</b>
EN11/OCH HDS	Surová	Požární jímka	<b>13,12</b>
EN 12/motor	Filtrovaná	Jímka filtrované vody CHÚV	<b>88,2</b>
EN 12/čerpadlo	Filtrovaná	Požární jímka	<b>6,012</b>
EN12/OCH HDS	Surová	Požární jímka	<b>13,12</b>
SOH EN 11,12 - mazací	Filtrovaná	Požární jímka	<b>0,79</b>
<b>Celková spotřeba vody napájecí stanice TTR II.</b>			<b>215,45</b>

**Tab.15 Chlazení napájecí stanice TTR II před rekonstrukcí**

První etapou je zhotovení nového rozdělovače pro chlazení napájecí stanice a chlazení zařízení TG 7 – OCH 2x, KUP a chladiče vzduchu generátoru. Materiálové zabezpečení pro tento rozdělovač je minimální. Je nutné vyměnit potrubní systém. Armatury jsou měněné za nové nožové uzávěry, které jsou v perfektním stavu. Zhotovení nového rozdělovače je podmíněno změnou chladicí vody a změnou výstupů z jednotlivé části technologie.

<b>Zařízení</b>	<b>Vstup/druh</b>	<b>Vystup/do</b>	<b>Průtok – odhad t/h</b>
EN 11/motor	Filtrovaná	Chladicí věže	<b>90,2</b>
EN 11/čerpadlo	Filtrovaná	Chladicí věže	<b>7,012</b>
EN11/OCH HDS	Filtrovaná	Chladicí věže	<b>14,12</b>
EN 12/motor	Filtrovaná	Chladicí věže	<b>90,2</b>
EN 12/čerpadlo	Filtrovaná	Chladicí věže	<b>7,012</b>
EN12/OCH HDS	Filtrovaná	Chladicí věže	<b>14,12</b>
SOH EN 11,12 - mazací	Filtrovaná	Chladicí věže	<b>0,95</b>
<b>Celková spotřeba vody napájecí stanice TTR II.</b>			<b>223,614</b>

**Tab.16 Chlazení napájecí stanice TTR II po rekonstrukci**

### **Chlazení TG- 7**

Rekonstrukce chlazení se u TG-7 změní oproti stávajícímu stavu značně. Stávající stav je do značné míry technologicky komplikovaný. Rekonstrukcí chlazení TG-7 se chlazení značně zjednoduší. Materiálové zabezpečení pro chlazení je minimální, protože se s ním počítá již při rekonstrukci napájecí stanice.

<b>Zařízení</b>	<b>Vstup/druh</b>	<b>Vystup/do</b>	<b>Průtok – odhad t/h</b>
TG 7/OCH I. II.	Surová	Požární jímka	<b>13,97</b>
TG 7/Kup	Filtrovaná	VJOV_TTR III.	<b>50</b>
TG 7/Generátor	Filtrovaná	Požární jímka	<b>56,52</b>
<b>Celková spotřeba vody pro chlazení TG 7</b>			<b>120,49</b>

**Tab.17 Chlazení TG-7 před rekonstrukcí**

Chlazení TG-7 a napájecí stanice bude zabezpečeno ze společného rozdělovače, který bude umístěn na – 4m na TTR II. Oba tyto technologické celky budou chlazeny uzavřeným cirkulačním cyklem filtrované vody s výstupem na chladicí věž BAC 3000Q .

Zařízení	Vstup/druh	Vystup/do	Průtok – odhad t/h
TG 7/OCH I. II.	Filtrovaná	Chladicí věže	<b>15</b>
TG 7/Kup	Filtrovaná	Chladicí věže	<b>50</b>
TG 7/Generátor	Filtrovaná	Chladicí věže	<b>60</b>
<b>Celková spotřeba vody pro chlazení TG 7</b>			<b>125</b>

Tab.18 Chlazení TG-7 po rekonstrukci

### **Chlazení K-5**

V další etapě rekonstrukce je podstatné instalovat 2 ks rozdělovačů na zdích kotelny pro K 5 a K 6, které by zabezpečovaly chlazení jednotlivých technologických částí kotlů filtrovanou vodou o tlaku 1,5 MPa. Před chladicí zařízení je nutno doplnit ruční armatury pro odstávku jednotlivých částí kotlů.

Zařízení	Vstup/druh	Vystup/do	Průtok – odhad t/h
OCH MO 51	Filtrovaná	VJOV_TTR III.	<b>0,18</b>
OCH MO 52	Filtrovaná	VJOV_TTR III.	<b>0,18</b>
OCH MO 53	Filtrovaná	VJOV_TTR III.	<b>0,18</b>
OCH MO 54	Filtrovaná	VJOV_TTR III.	<b>0,18</b>
ROV_L	Filtrovaná	VJOV_TTR III.	<b>1,69</b>
ROV_P	Filtrovaná	VJOV_TTR III.	<b>1,69</b>
Vzorkovače	Filtrovaná	VJOV_TTR III.	<b>3,67</b>
<b>Celková spotřeba vody pro chlazení K 5</b>			<b>7,77</b>

Tab.19 Chlazení MO+ROV K-5 před rekonstrukcí

Tímto způsobem bude zajištěno chlazení kotelního zařízení kotle K 5 po rekonstrukci a doplnění samostatného rozdělovače filtrované vody.

<b>Zařízení</b>	<b>Vstup/druh</b>	<b>Vystup/do</b>	<b>Průtok – odhad t/h</b>
OCH MO 51	Filtrovaná	Chladicí věže	<b>0,25</b>
OCH MO 52	Filtrovaná	Chladicí věže	<b>0,25</b>
OCH MO 53	Filtrovaná	Chladicí věže	<b>0,25</b>
OCH MO 54	Filtrovaná	Chladicí věže	<b>0,25</b>
ROV_L	Filtrovaná	Chladicí věže	<b>1,8</b>
ROV_P	Filtrovaná	Chladicí věže	<b>1,8</b>
Vzorkovače	Filtrovaná	Chladicí věže	<b>4,5</b>
<b>Celková spotřeba vody pro chlazení K 5</b>			<b>9,1</b>

**Tab.20 Chlazení MO+ROV K-5 po rekonstrukci**

## 7.2.4 Rekonstrukce chladicího okruhu TTR III.

### **Chlazení napájecí stanice TTR III**

Další etapou rekonstrukce je chlazení napájecí stanice TTR III., která se technologicky liší od napájecí stanice TTR II. velmi minimálně. Co se týká spotřeby chladicí vody na chlazení napájecí stanice TTR III. je víceméně stejná jako u napájecí stanice TTR II. NS TTR III. se skládá z těchto částí, které je zapotřebí chladit : el.motory napájecích čerpadel EN13, 14, ucpávky napájecích čerpadel 13,14, OCH pracovního oleje HDS 13,14 a OCH mazacího oleje HDS 13,14 – viz.tab.19.

Zařízení	Vstup/druh	Vystup/do	Průtok – odhad t/h
EN 13/motor	Filtrovaná	VJOV_TTR III.	<b>88,2</b>
EN 13/čerpadlo	Filtrovaná	VJOV_TTR III.	<b>6,012</b>
EN13/OCH HDS	Surová	VJOV_TTR III.	<b>8,71</b>
EN 13/OCH - mazací	Surová	VJOV_TTR III.	<b>2,52</b>
EN 14/motor	Filtrovaná	VJOV_TTR III.	<b>88,2</b>
EN 14/čerpadlo	Filtrovaná	VJOV_TTR III.	<b>6,012</b>
EN14/OCH HDS		VJOV_TTR III.	<b>8,71</b>
EN 14/OCH - mazací	Surová	VJOV_TTR III.	<b>2,52</b>
<b>Celková spotřeba vody napájecí stanice TTR III.</b>			<b>210,9</b>

**Tab.21 Chlazení napájecí stanice TTR III před rekonstrukcí**

Zařízení	Vstup/druh	Vystup/do	Průtok – odhad t/h
EN 13/motor	Filtrovaná	Chladicí věže	<b>90,2</b>
EN 13/čerpadlo	Filtrovaná	Chladicí věže	<b>7,012</b>
EN13/OCH HDS	Filtrovaná	Chladicí věže	<b>14,12</b>
EN 13/OCH - mazací	Filtrovaná	Chladicí věže	<b>3,15</b>
EN 14/motor	Filtrovaná	Chladicí věže	<b>90,2</b>
EN 14/čerpadlo	Filtrovaná	Chladicí věže	<b>7,012</b>
EN14/OCH HDS	Filtrovaná	Chladicí věže	<b>14,12</b>
EN 14/OCH - mazací	Filtrovaná	Chladicí věže	<b>3,15</b>
<b>Celková spotřeba vody napájecí stanice TTR III.</b>			<b>228,96</b>

**Tab.22 Chlazení napájecí stanice TTR III po rekonstrukci**

### **Chlazení TG- 8**

Rekonstrukce chlazení TG-8 se přeinstaluje z chlazení surovou vodou na chlazení filtrovanou vodou, což podmiňuje zhotovení nového rozdělovače filtrované vody stejně jako u bloku TTR II. Vstupy a výstupy FV budou ve směru proudění stejné jako u TTR II. Proudy chlazení před rekonstrukcí a po rekonstrukci jsou uvedeny v tabulkách.

<b>Zařízení</b>	<b>Vstup/druh</b>	<b>Vystup/do</b>	<b>Průtok – odhad t/h</b>
TG 8/OCH I. II.	Surová	VJOV_TTR III.	<b>13,97</b>
TG 8/Kup	Filtrovaná	VJOV_TTR III.	<b>50</b>
TG 8/Generátor	Surová	VJOV_TTR III.	<b>56,52</b>
<b>Celková spotřeba vody pro chlazení TG 8</b>			<b>120,49</b>

**Tab.23 Chlazení TG-8 před rekonstrukcí**

<b>Zařízení</b>	<b>Vstup/druh</b>	<b>Vystup/do</b>	<b>Průtok – odhad t/h</b>
TG 8/OCH I. II.	Filtrovaná	Chladicí věže	<b>15</b>
TG 8/Kup	Filtrovaná	Chladicí věže	<b>50</b>
TG 8/Generátor	Filtrovaná	Chladicí věže	<b>60</b>
<b>Celková spotřeba vody pro chlazení TG 8</b>			<b>125</b>

**Tab.24 Chlazení TG-8 po rekonstrukci**

### **Chlazení K-6**

Rekonstrukce chlazení K-6 je stejně jako chlazení TG-7 velice podobná chlazení na bloku TTR II. Popis byl již uveden u chlazení K-5.

<b>Zařízení</b>	<b>Vstup/druh</b>	<b>Vystup/do</b>	<b>Průtok – odhad t/h</b>
OCH MO 61	Filtrovaná	VJOV_TTR III.	<b>0,18</b>
OCH MO 62	Filtrovaná	VJOV_TTR III.	<b>0,18</b>
OCH MO 63	Filtrovaná	VJOV_TTR III.	<b>0,18</b>
OCH MO 64	Filtrovaná	VJOV_TTR III.	<b>0,18</b>
ROV_L	Filtrovaná	VJOV_TTR III.	<b>1,69</b>
ROV_P	Filtrovaná	VJOV_TTR III.	<b>1,69</b>
Vzorkovače	Filtrovaná	VJOV_TTR III.	<b>3,67</b>
<b>Celková spotřeba vody pro chlazení K 6</b>			<b>7,77</b>

**Tab.25 Chlazení MO+ROV K-6 před rekonstrukcí**

<b>Zařízení</b>	<b>Vstup/druh</b>	<b>Vystup/do</b>	<b>Průtok – odhad t/h</b>
OCH MO 61	Filtrovaná	Chladicí věže	<b>0,25</b>
OCH MO 62	Filtrovaná	Chladicí věže	<b>0,25</b>
OCH MO 63	Filtrovaná	Chladicí věže	<b>0,25</b>
OCH MO 64	Filtrovaná	Chladicí věže	<b>0,25</b>
ROV_L	Filtrovaná	Chladicí věže	<b>1,8</b>
ROV_P	Filtrovaná	Chladicí věže	<b>1,8</b>
Vzorkovače	Filtrovaná	Chladicí věže	<b>4,5</b>
<b>Celková spotřeba vody pro chlazení K 6</b>			<b>9,1</b>

**Tab.26 Chlazení MO+ROV K-6 po rekonstrukci**

Zařízení	Před rekonstrukcí	Po rekonstrukci	Rozdíl	Odpar věže
Napájecí stanice TTR II.	215,45	223,614	8,164	Je proveden součet odparu před rekonstrukcí a po rekonstrukci
TG-7	120,49	125	4,51	
K-5	7,77	9,1	1,33	
Napájecí stanice TTR III.	210,9	228,96	18,06	
TG-8	120,49	125	4,51	
K-6	7,77	9,1	1,33	
<b>Celková spotřeba</b>	<b>682,87 t/h</b>	<b>770,774 t/h</b>	<b>37,904 t/h</b>	<b>3,41/3,6 t/h</b>

Tab.27 Celková spotřeba před rekonstrukcí / po rekonstrukci

Zařízení	Po rekonstrukci	Provoz-CRVT- DZ 60	Odpar věže
Napájecí stanice TTR II.	223,614	112,82	Je proveden součet odparu  Provoz CRVT/ DZ 60
TG-7	125	125	
K-5	9,1	9,1	
Napájecí stanice TTR III.	228,96	114,48	
TG-8	125	125	
K-6	9,1	9,1	
<b>Celková spotřeba</b>	<b>720,7 t/h</b>	<b>495,5 t/h</b>	<b>2,47 t/h</b>

Tab.28 Celková spotřeba po rekonstrukci / provoz-CRVT-DZ 60

Tomuto návrhu řešení na chlazení bloku TTR II. a bloku TTR III. po prostudování materiálů od dodavatelů nejvíce vyhovuje chladicí věž firmy Baltimore Aircool typu 3000Q. Její vlastnosti, popis instalace a provozu jsou uvedeny v příloze.



### 7.3 Shrnutí rekonstrukce

Roční bilance čistírny odpadních vod je uvedena v tab.30. Průtok vody je zajištěn šnekovou čerpací stanicí. Odtud voda putuje do zdvojené usazovací nádrže. Hrubé částice nečistot se odstraňují vertikálním hrubým filtrem. Lehké částice se separují usazováním a pro zlepšení tohoto procesu je do vody dávkován organický flokulant. Protože jsou do čistírny odpadních vod svedeny i koncentrované odpady z chemických úprav vody (čištění filtrů, regenerace), je nutné navrhnout minimální průtok vody přes ČOV tak, aby bylo zajištěno kvalitní ředění těchto odpadů. Toto množství se pohybuje okolo 170t/h odpadní vody.

vstup	množství		
	min.	max.	průměr
Vychlazovací jímka TTR 1	161	350	255,5
Vychlazovací jímka TTR 2	60	40	50
Vychlazovací jímka TTR 3	0	25	13
Bagrovací stanice	-10	50	20
Odpady z chemických úprav	40,35	60,5	50,42
<b>celkem</b>	<b>251,35</b>	<b>525,5</b>	<b>388,92</b>

Tab.29 Bilance ČOV před rekonstrukcí TTR I., II.+III.

vstup	množství		
	min.	max.	průměr
Vychlazovací jímka TTR 1	5	10	7,5
Vychlazovací jímka TTR 2	5	10	7,5
Vychlazovací jímka TTR 3	0	15	7,5
Bagrovací stanice	-10	50	20
Odpady z chemických úprav	40,35	60,5	50,43
<b>celkem</b>	<b>40,35</b>	<b>145,5</b>	<b>92,93</b>

Tab.30 Bilance ČOV po rekonstrukci TTR I., II.+III.

**Celkový rozdíl průtoků odpadních vod z chemických úpraven bude tak po rekonstrukci činit 295,99 t/h.**

Stav přívodů chladicí vody na -4m je zejména po stránce koncepce a technického stavu nevyhovující. Mezi jeho nedostatky patří zejména:

- špatná obslužnost v kritických situacích
- při netěsnostech je náročné na obsluhu zvládnout odstavení jednotlivých částí celku
- vysoká náročnost na údržbu
- nekontrolovatelná spotřeba vody (není měření)
- zastaralost, koncepčně nevyhovující

**Požadavky :**

- základ nového potrubního rozvodu musí uvažovat s možným výpadkem primární filtrované vody, a proto musí být k dispozici možnost využití náhradních zdrojů, které zabrání ohrožení provozu
- náhradní zdroje musí respektovat nutnost dostatečné časové rezervy pro obnovení primárního zdroje chladicí vody
- rekonstrukce musí zajistit provoz obou bloků, TTR II.+ III.

**Základem celého** projektu rozvodu by měly být dva uzavřené chladicí okruhy na TTR II a TTR III. a jejich rozdělovače, které by měly být umístěny na – 4 m na stávajícím místě vedle chladičů HDS – napájecí stanice K – 5,6. V tomto místě je dostatek místa, pro případ možné rekonstrukce napájecí stanice kotlů. Stávající rozdělovač musí být vyměněn z důvodů opotřebení - zároveň je koncepčně nevyhovující - za dva rozdělovače pro napájecí stanice K5 + TG-7 a K6 + TG8.

**Rozdělovací stanice budou označeny :**

- RS-2 - rozdělovač filtrované vody pro chlazení EN11, 12 a TG-7
- RS-3 - rozdělovač filtrované vody pro chlazení EN13, 14 a TG-8
- RK5-2 - rozdělovač filtrované vody pro chlazení MO51-54, ROV a vzorkovače
- RK6-3 - rozdělovač filtrované vody pro chlazení MO61-64, ROV a vzorkovače

*Úprava a výměna oběhových čerpadel jímky filtrované vody*

Výměna nebo rekonstrukce čerpadel v jímce filtrované vody bude řešena tím způsobem, že 2 čerpadla budou využívána k doplňování centrální zásobní jímky filtrované vody (stávající jímka odpadních vod na TTR III.). Dále budou používána 2 čerpadla pro prací vodu na DPF CHÚV 2. Tímto způsobem by se snížila

poruchovost a byla by učiněna příprava i pro rekonstrukci stávající jímky filtrované vody. Prakticky dojde k výměně 10 ks stávajících čerpadel za 4 ks nových čerpadel.

#### *Rekonstrukce gravitačních nádrží a vertikální nádrže*

Jedná se o vertikální 100m<sup>3</sup> a 2ks gravitačních celkově o 160 m<sup>3</sup>, lze je po rekonstrukci nebo výměně použít jako zdroj nouzového chlazení bez odstávky nebo doplňování systému přídatnou vodou. Při obvyklé spotřebě je možné předpokládat, že v případě kompletního výpadku dodávky chladicí vody je možné s touto zásobou vydržet cca 1 – 1,5 hod do obnovení primární dodávky chladicího media.

#### *Rekonstrukce rozvodu chlazení kotlen*

Rekonstrukce rozvodů bude představovat instalaci 2 rozdělovačů na stěnách kotlen TTR II. a TTR III. pro K 5 a K 6, které by zabezpečovaly chlazení jednotlivých technologických částí kotlů filtrovanou vodou o tlaku 1,5 MPa. Dále by na kotelnách byly rekonstruovány jednotlivé rozvody, které by byly doplněny ručními armaturami pro odstávku jednotlivých částí zařízení při běžném provozu tak, aby nedošlo k možným prostojům TTR II. a TTR III.

### **Změna chladicího okruhu z otevřeného na uzavřený**

Nová koncepce uzavřeného chladicího okruhu počítá s umístěním chladicí věže BAC 3000 Q nad budovu vychlazovací jímky. K tomuto umístění a celkové funkčnosti je třeba učinit následující předpoklady:

Požární jímka slouží na sběr veškerého odvodnění z bloku K 5, TG 7, napájecí stanice bloku TTR II. a pomocného zařízení bloku. Je nedostatečně odčerpávána a nesystematicky prohřívána v rozmezí 50 – 70°C a je takto pro projekt nepoužitelná. Takto oteplená – horká voda je z části přečerpávána do vychlazovací jímky a zbytek přepadem do kanalizace a ČOV. Je tedy zejména nutné odstranit vyústění najížděcího expandéru do této jímky a havarijní vypouštění bubnu K 5. Zabezpečit dostatečné odčerpávání požární jímky do zásobní jímky filtrované vody pro chlazení TTR II. a TTR III. Stávající čerpadla ve vychlazovací jímce budou doplněna o další 3 ks a využita jako čerpadla chlazení bloků TTR II. a TTR III. filtrovanou vodou. Chladicí věž by byla vyhovující jako otevřená, je nutno počítat s minimálním úletem.

Je kalkulováno s typem chladicí věže BAC 3000Q (její technické a konstrukční parametry jsou uvedeny v příloze).

Po rekonstrukci chladicích systémů TTR II. a TTR III. na filtrovanou vodu se nebude chladit žádné zařízení těchto bloků surovou vodou a ztráty by měly být minimální. Chlazení bude realizováno dle schématu na obr.6.

### **výhody a přínosy**

- Snížení průtoku přes ČOV a tedy menší ztráta vody
- Menší náklady na chlazení bloků jako celku
- Instalování měření, lepší orientace a informovanost o stavu soustavy
- Snadná regulace výstupních teplot a chladicích výkonů
- Zlepšení stavu potrubí z důvodu použití kvalitnější vody
- Zjednodušení potrubního systému
- Zamezení průniku ropných látek do rozvodů chladicí vody
- Větší zásoba vody (značný objem jímky) pro případy výpadku dodávky surové vody pro výroby filtrované vody

### **nevýhody a rizika**

- Větší vlastní spotřeba elektrické energie bloků
- Žádný předehřev vody před čířením, větší spotřeba technologické páry (v DZ 85 je značný přebytek technologické páry a neekonomické snižování výkonu kotlů, a tím nedodržování emisních limitů na kotlích)
- Střední teplota chlazených zařízení na hodnotě 32,5°C je vyšší než dosud
- Záběr půdorysné plochy pro instalaci chladicí věže

## 8. Ekonomické hodnocení

Uvedené ekonomické hodnocení bude provedeno na základě úspor vyplývajících z uzavřeného cyklu vody. Podkladem pro toto hodnocení bude přibližný výčet materiálu, který by byl na rekonstrukci použit a množství ušetřené vody. Po konzultaci s pracovníky TTR byly provedeny jen minimální korekce výsledků. Podstatným nedostatkem je skutečnost, že provedená měření byla v některých případech odhadnuta z nedostatku aplikovaných měřících přístrojů.

### 8.1 Bilance průtoků chladicí vody

Současný stav vychází z obr.5. Bloky jsou chlazeny jak surovou, tak filtrovanou vodou a v celkovém množství cca 400t/h . Z tohoto množství je značná část kolem 60-80% odváděno zpět na vyčištění do CHÚV 4 a 5. Zbylých 20-40% odchází na ČOV, nebo bagrovací stanici. Rozdělení odpadních vod na ČOV nebo bagrovací stanici uvádí následující tabulka. Jsou zde zároveň uvedeny ceny vody a celková roční ztráta v podobě nákladů vydaných na chlazení TTR II.+III.

Surová voda		
cena za tunu	3,25	Kč/t
průtok do ČOV	25,98	t/h
průtok do BS	8,65	t/h
celková ztráta SV	34,63	t/h
náklady na hodinu	112,55	Kč/h
náklady na den	2 701	Kč/den
<b>náklady na rok</b>	<b>985 916</b>	Kč/rok

Tab.31 Roční náklady na surovou vodu – před rekonstrukcí

<b>Filtrovaná voda</b>		
cena za tunu	<b>5,5</b>	Kč/t
průtok do ČOV	<b>42,54</b>	t/h
průtok do BS	<b>13,92</b>	t/h
celková ztráta FV	<b>56,5</b>	t/h
náklady na hodinu	<b>310,75</b>	Kč/h
náklady na den	<b>7 458</b>	Kč/den
<b>náklady na rok</b>	<b>2 720 242,8</b>	Kč/rok

**Tab.32 Roční náklady na filtrovanou vodu – před rekonstrukcí**

<b>Odpadní voda</b>		
cena za tunu	1,59	Kč/t
průtok do ČOV	68,52	t/h
náklady na hodinu	108,95	Kč/h
náklady na den	2 615	Kč/den
náklady na rok	<b>954 373</b>	Kč/rok
<b>celkem</b>	<b>4 660 533</b>	Kč/rok

**Tab.33 Roční náklady na odpadní vodu – před rekonstrukcí**

Po rekonstrukci chladicího systému by měla bilance vypadat dle tab. 35-37. Ztráta vody na ČOV je jen odluh chladicího okruhu, únos z chladicí věže a případné provozní ztráty.

Surová voda		
cena za tunu	0	Kč/t
průtok do ČOV	0	t/h
průtok do BS	0	t/h
celková ztráta SV	0	t/h
náklady na hodinu	0	Kč/h
náklady na den	0	Kč/den
<b>náklady na rok</b>	<b>0</b>	Kč/rok

Tab.34 Roční náklady na surovou vodu – po rekonstrukci

Filtrovaná voda		
cena za tunu	5,5	Kč/t
průtok do ČOV	10	t/h
průtok do BS	10,5	t/h
celková ztráta FV	20,5	t/h
náklady na hodinu	112,75	Kč/h
náklady na den	2706	Kč/den
<b>náklady na rok</b>	<b>987 690</b>	Kč/rok

Tab.35 Roční náklady na filtrovanou vodu – po rekonstrukci

Odpadní voda		
cena za tunu	1,59	Kč/t
průtok do ČOV	10	t/h
náklady na hodinu	15,9	Kč/h
náklady na den	381,6	Kč/den
<b>náklady na rok</b>	<b>139 284</b>	Kč/rok

Tab.36 Roční náklady na odpadní vodu – po rekonstrukci

<b>CELKEM</b>	<b>1 126 974</b>	Kč/rok
---------------	------------------	--------

## 8.2 Náklady rekonstrukce chladicího okruhu

Náklady rekonstrukce lze rozdělit na náklady investiční a provozní, případně na náklady vynaložené na likvidaci pořízeného majetku po jeho dožití. Pro jednoduchost budou náklady na likvidaci a provoz zanedbány s tím, že jejich výše bude určena projektem. V tab.37 jsou uvedeny odhadované celkové investiční náklady na rekonstrukci chladicího okruhu.

<b>Realizační dokumentace, dodavatelská dok.</b>	<b>550 000 Kč</b>
<b>Potrubí</b>	<b>500 000 Kč</b>
<b>Příruby</b>	<b>38 000 Kč</b>
<b>Armatury</b>	<b>250 000 Kč</b>
<b>Čerpadla oběhová</b>	<b>2 500 000 Kč</b>
<b>Chladicí věž</b>	<b>2 059 000 Kč</b>
<b>Izolace</b>	<b>680 000 Kč</b>
<b>Montáž</b>	<b>1 800 000 Kč</b>
<b>Demontáže</b>	<b>180 000 Kč</b>
<b>Ostatní (nepředvídatelné náklady)</b>	<b>1 200 000 Kč</b>
<b>Celková cena realizace rekonstrukce rozvodů FV DUI I.II.III.</b>	<b>9 757 000 Kč</b>

Tab.37 Odhadované investiční náklady na rekonstrukci TTR

### Prostá doba návratnosti

Z předchozích odstavců vychází roční úspora chladicí vody **3 533 559 Kč**. Investiční náklady jsou kalkulovány na **9 757 000 Kč**. Prostá doba návratnosti vychází tedy na **2,76 roku**.

Pro komplexnější ekonomické hodnocení by bylo nutné vycházet z realizačního projektu, který by přesně definoval potřeby materiálu a práce. Zároveň by bylo vhodné zavést průběžná měření a získat přesné bilanční průtoky chladicího okruhu. I s ohledem na menší vypovídací schopnost prosté doby návratnosti a uvedení některých zjednodušení je potenciál pro úsporu více než dobrý.



## 9. Závěr

Po zhodnocení stávající situace v podniku Teplárna Trmice, a.s. a porovnání s navrhovaným řešením lze bez obav tvrdit, že je zde dosti velký prostor pro hledání inovačních úspor. Nejde však jen o opatření na jednotlivých pracovištích, ale i o celopodnikové úkony pro úspornější chod TTR.

Pro úspěšný inovační proces je však nutné zařídit kvalitní informační databázi, od které se přirozeně odvíjí správná a bezchybná realizace každého dobrého projektu. Je zapotřebí důkladná analýza chybějících informací a navrhnout komplexní systém sběru dat doplněný o nově navrhovaná měřící zařízení.

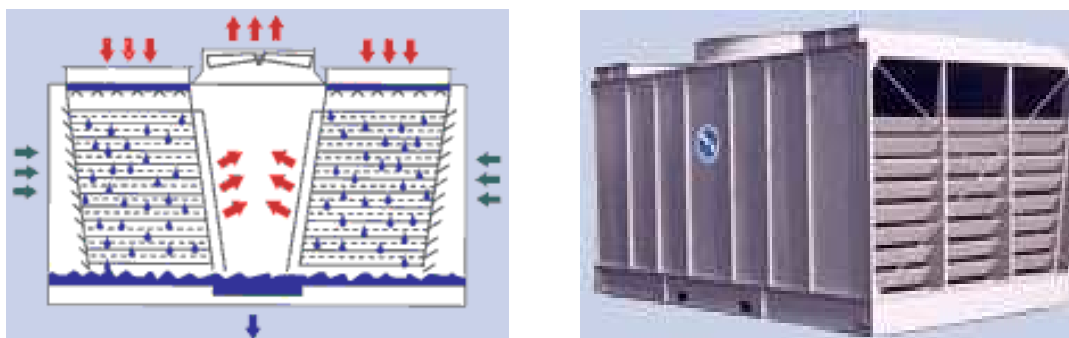
Realizace úsporných opatření, by se měla zaměřit především na snížení celoročních načerpaných a vypouštěných množství vody. Tato skutečnost je opravdu znepokojující, jak z ekonomického, tak především z **environmentálního** hlediska. Největším problémem v TTR zůstává průtočné chlazení na kotelnách a strojovnách. Z důvodů možného znehodnocení ropnými látkami, nelze vodu znovu použít v systému chlazení. Proto je nutné se začít soustředit na možnost vybudování uzavřeného okruhu chlazení, který výrazně přispěje k hospodárnějšímu využívání chladicí vody. Při eventuelní realizaci mého návrhu chlazení výhradně filtrovanou vodou pak tedy dochází k značnému zjednodušení celého komplexu, především co se týče jednoduchosti, orientace na blocích, ale také kontroly. Výběr nejlepší varianty je přeci jen ale na vedoucích pracovnících teplárny.

## 10. Příloha (P1)

### Chladicí věž B. A. C – 3 000 Q – 144 t/h – 935 t/h

- 1) Nízko - hlučné provedení ventilátorů
- 2) Sklolaminátové opláštění
- 3) Žaluzie na sání zabraňují slunečnímu záření, vzniku nečistot, úletu vody
- 4) Rozebíratelná chladicí výplň

### Modelova řada B. A. C. – 3000 Q (144 t/h – 935 t/h)



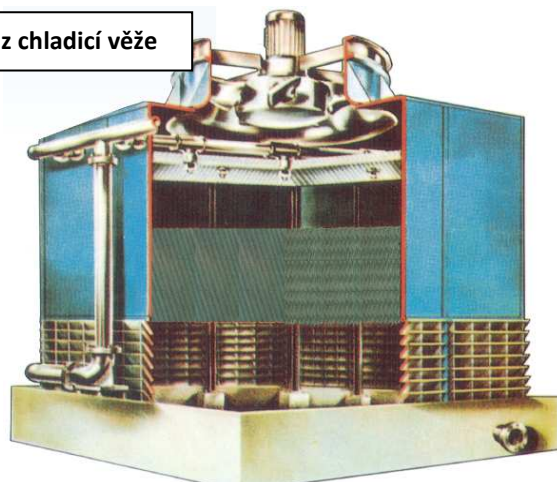
Obr.1 - Znázornění technologického řezu a vzhledu věže modelové řady BAC-3000Q

Princip provozu spočívá v distribuci oteplené vody tryskami na chladicí výplň z gravitačně zaplavených van. Pomocí axiálních ventilátorů je vzduch nasáván ze dvou protilehlých horizontálních vstupů skrze chladicí výplň. Odpařovací efekt odebírá zbytkové teplo a ochlazená voda je z integrované jímky čerpána zpět ke zdroji tepla.

### CHARAKTERISTIKA

- dvojitá křížoproudá konstrukce
- zesílený sací efekt
- horizontální sání ze dvou protilehlých vstupů
- vertikální výtlak vzduchu
- hliníkové axiální ventilátory
- gravitačně zaplavovaný systém
- "B.A.Cross" chladicí výplň s roztečí 12 mm

Obr.2 - Ilustrační řez chladicí věže



### **HLAVNÍ ZNAKY / MOŽNOSTI**

- vysoce účinný přenos tepla
- nízký příkon motoru ventilátorů
- nízká provozní hmotnost věže
- možnost sestavovat věže do více buňkových sestav
- snadná instalace z minimálního počtu sekcí sestavených ve výrobním závodě
- snadná údržba
- vhodné pro venkovní použití

### **Vodní hospodářství chladicí věže a požadavky na kvalitu filtrované vody**

V chladicích věžích je proces chlazení provázen odpařováním části vody během jejího průtoku zařízením.

Při odpařování vody zůstávají v cirkulující vodě původní přítomné nečistoty. Koncentrace rozpuštěných pevných látek se prudce zvyšuje a může dosáhnout nepříjemné úrovně. Navíc se často do recirkulující vody dostávají nečistoty ze vzduchu a ty toto zatížení ještě zvyšují. Pokud tyto nečistoty a kontamináty nejsou efektivně pod kontrolou, mohou zapříčinit zarůstání, korozi a akumulaci kalu, což snižuje efekt převodu tepla a zvyšuje provozní náklady systému. Stupeň nárůstu rozpuštěných pevných látek a dalších nečistot v recirkulačním systému lze definovat pomocí cyklů koncentrace:

- To je poměr rozpuštěných pevných látek (například chloridů, sulfátů, atd.) v recirkulační vodě k rozpuštěným pevným látkám ve vodě na dolítí.
- Pro optimální účinnost výměny tepla a pro maximální životnost zařízení by měly být cykly koncentrace regulovány tak, aby byla recirkulační voda udržována na níže uvedených hodnotách:

KVALITATIVNÍ POŽADAVKY NA RECIRKULUJÍCÍ VODU	Systém ochrany proti korozi - Baltimonde	Galvanická ocel
pH	6,5 až 9,0	7,0 až 9,0
Tvrdost vyjádřená pomocí CaCO <sub>3</sub>	30 až 500 ppm	30 až 500 ppm
Alkalita vyjádřená pomocí CaCO <sub>3</sub>	max. 500 ppm	max. 500 ppm
Rozpuštěné pevné částice celkem	max. 1200 ppm	max. 1000 ppm
Chloridy	max. 250 ppm	max. 125 ppm
Sulfáty	max. 250 ppm	max. 125 ppm

**Tab.1 Kvalitativní požadavky na recirkulující vodu**

Pro udržování koncentrace během recirkulace je třeba odpouštět malá množství recirkulující vody ze systému. Tato množství se doplní čerstvou vodou, aby se tak omezil nárůst množství nečistot. Typické je provádění odpouštění vody automaticky, pomocí solenoidního ventilu, ovládaného měřidlem vodivosti. Tento přístroj je nastaven na vodivost vody při požadovaných cyklech koncentrace a tato hodnota by měla být stanovena odborníkem kompetentním na vodní hospodářství. (Poznámka: solenoidní ventil a měřidlo vodivosti musí být zajištěno odběratelem.)

Tímto způsobem lze stanovit množství odtékající vody a nastavit je za pomoci ventilu v systému. Odpouštění vody a množství odpouštěné vody se změní naplněním nádoby o známém objemu, při zaznamenání doby jejího naplnění. Poměr odtékající vody a její kvalita by se měla pravidelně kontrolovat, aby se zajistilo potřebné řízení udržování kvality vody. Požadované množství vody průběžně odpouštěné lze spočítat podle vzorce:

Množství odpouštěné vody = množství odpařené vody / počet cyklů koncentrace -1

Míru odpařování lze stanovit jedním z následujících způsobů:

- Míra odpařování je přibližně 1,8 l na 4140 kJ odebraného tepla.
- Míra odpařování = průtok vody (l/s) x teplotní rozdíl (oC) x 0,0018

### **Chemická úprava**

Pokud jsou místní podmínky takové, že trvalé odpouštění vody nezajistí udržování procesu koroze a kvality vody na předepsaných hodnotách, je nezbytná chemická úprava vody.

Pokud se použije chemická úprava, musí být splněny následující požadavky:

- Chemikálie musejí vyhovovat galvanizovanému (pozinkovanému) povrchu oceli a všem ostatním použitým materiálům (potrubí, výměníku tepla, atd.)
- Inhibitory by měly být přidávány do recirkulační vody automatickým dávkováním na základě průběžně měřených hodnot. To zabrání místním vysokým koncentracím chemikálií, které by mohly způsobovat korozi. Doporučuje se, aby byly chemikálie dávkovány do systému na výstupu recirkulačního čerpadla. Neměly by se dávat v dávkách do jímky se studenou vodou.
- Zvyšování kyselosti vody se nedoporučuje, pokud by chladicí věž nebyla vybavena systémem BALTIBOND na ochranu proti korozi anebo pokud by nebyla konstruována z nerezové oceli, kdy lze použít kyselý systém za předpokladu, že bude dodrženo to, co je uvedeno v odstavcích 1 a 2.

### **Biologická úprava**

Samotné odpouštění vody, v kombinaci s chemickým ošetřením nebo bez něj, není dostatečné pro kontrolu biologické kontaminace. Růst řas, slizu a jiných mikroorganismů, pokud nebudou pod kontrolou, sníží účinnost systému a může přispět k růstu množství potenciálně škodlivých mikroorganismů v recirkulačním systému, včetně Legionelly. Proto by měl být iniciován při prvním spouštění program použití biocidů, specificky navržený pro zamezení biologické kontaminace. V tomto případě je potřeba zvolit pravidelný postup ve smyslu pokynů dodavatele. Tekuté biocidy mohou být po naředění přidávány přímo do jímky se studenou vodou. Při použití biocidů v pevném skupenství zajistit jejich přidávání do systému pomocí dávkovače. Ve věci specifických doporučení týkajících se vodního kamene, koroze anebo biologické kontaminace se obraťte na příslušného dodavatele přípravků na úpravu vody.

Firma Baltimore Aircoil má sklad náhradních dílů v každém ze svých výrobních závodů.

Tyto díly jsou konstruovány a vyráběny specificky pro zařízení B.A.C. a zajišťují zákazníkům B.A.C.:

- garantovaný výkon
- okamžitou dosažitelnost
- kvalitu originálního vybavení
- v případě potřeby servis na místě

Na veškeré autorizované tovární díly se vztahuje plná roční záruka a jejich použití zajistí plný výkon zařízení. Dodávka dílů se realizuje běžně do 3 dnů po obdržení objednávky. V naléhavých případech se obvykle realizuje dodávka během 24 hodin.

## Provoz v zimě

Chladicí věž Série 3000 může být provozována při okolních teplotách pod bodem mrazu za předpokladu, že jsou zpracovány a řádně dodržovány pracovní postupy. Předpoklady, které je třeba splnit pro zabezpečení uspokojivé činnosti, zahrnují:

- Ochranu vody v jímce se studenou vodou před mrazem, když je věž mimo provoz.
- Kontrolu tvorby ledu při práci věže.

Ochrana proti mrazu musí být zajištěna v době odstavení u jímky na studenou vodu, protože tvorba ledu v jímce by mohla chladicí věž vážně poškodit. Ideálním stavem je postup, kdy je jímka umístěna mimo věž v krytém zatepleném prostoru, protože voda ve věži a ve spojovacím potrubí vyteče působením gravitace, kdykoli se zastaví oběhové čerpadlo. V těch případech, kdy by toto řešení nebylo praktické, je nutno zvolit některou z forem vyhřívání jímky na samotné chladicí věži. Lze použít elektrické ponorné ohřívače řízené termostatem v jímce. Tam, kde není oddělená jímka mimo vlastní chladicí věž, musejí být všechna exponovaná místa, kde zůstává voda, včetně spojovacích potrubí, opatřena elektrickým ohřevem a izolována. Je-li chladicí věž provozována za mokra za teplot pod bodem mrazu, může se na mokřích místech, které jsou v přímém kontaktu se vstupujícím vzduchem, tvořit led. Proto musejí být častěji kontrolovány žaluzie a vnější povrch smáčené plochy tak, že pokud se objeví tvorba ledu, mohou být přijaty kroky k jeho odstranění dříve, nežli dojde k poškození věže nebo systému. Pokud se pracuje za teploty okolí pod bodem mrazu, bude z jednotky odcházet voda o teplotě nižší, než byla teplota projektovaná. Voda o nízké teplotě může ale podporovat tvoření ledu. Při práci za teplot pod bodem mrazu se je snaha udržet teplotu vody na výstupu a teplotu rozstříkované vody u zařízení Série 3000 co nejvýše. Často věž kontrolovat, aby byly včas zjištěny jakékoli potenciální problémy se zamrzáním. Tvorbu ledu lze minimalizovat udržováním teploty odtékající vody na co možná nejvyšší hodnotu, při plnění požadavků na samotný pracovní proces chlazení. Dále snížit kapacitu věže přerušováním spouštěním ventilátorů.

*Poznámka: časté zapínání a vypínání může způsobit přehřátí motoru. Doporučuje se nastavit povolené maximum sepnutí na hodnotu nejvýše 6 krát za hodinu.*

Pokud má věž dvourychlostní motory, může být dostatečnou prevencí tvorby ledu jejich přepnutí na nižší rychlost.

*Poznámka: Pokud se používají dvourychlostní motory, měl by být startér motoru vybaven patnácti vteřinovým časovým zpožděním při přepnutí z vyšší na nižší rychlost.*

Pravidelné přerušování chodu ventilátorů pro prevenci tvorby ledu anebo pro rozpuštění vytvořeného ledu na žaluziích a na smáčeném povrchu, může být nezbytné.

Za ztížených podmínek, pokud je přerušování chodu ventilátorů nedostatečné pro zamezení tvorby ledu, odstraní tvorbu ledu spuštění ventilátoru(ů) opačným směrem tak, aby byl hnán teplý vzduch směrem na žaluzie.

**Nespouštějte ventilátory v protisměru na dobu delší než je nezbytně nutné, protože pohyb v protisměru může způsobit tvorbu ledu na listech rotoru i na jeho dalších částech a mohlo by dojít k poškození věže.**

Vzhledem k této možnosti vybavte zařízení, využívající reverzní chod ventilátorů, vibračním vypínačem. Doba provozu v reverzních otáčkách by neměla přesáhnout 30 minut. Pro přepínání ventilátoru na reverzní chod by mělo být nastaveno časové zpoždění na hodnotu asi 40 vteřin a mělo by být součástí ovládání motoru.

Provádění častých vizuálních kontrol a údržby během činnosti za teplot pod bodem mrazu je třeba dělat na rutinní bázi, aby se:

- zajistilo, že všechny kontrolní prvky a prvky ochrany proti mrazu jsou řádně seřizeny a fungují bezvadně.
  - předcházelo neúměrnému zvyšování hladiny vody a možnému přetékání nádrže s horkou anebo studenou vodou vzhledem k nerovnoměrnému průtoku, ucpaným hrdlům a nebo filtrům anebo vlivem nesprávné funkce regulačního ventilu.
- objevily podmínky pro tvorbu ledu dříve, než dojde ke stavu, kdy je věž anebo její opěrná konstrukce poškozena anebo kdy je narušen vlastní technologický systém chlazení.

## 11. Použitá literatura

[1] KADRNOŽKA, J. : ***Tepelné elektrárny a teplárny***. 1984, Praha, SNTL, 608s, Typ.číslo L12-B3-IV-31/22659

[2] WÜNSCH, J.; ELIÁŠEK, J.; FÄHNLICH, V., a kol. : ***Technická příručka pro pracovníky oboru úpravy průmyslových vod***. 1973, Praha, SNTL, 488s, SIP-41629/02527

[3] HÜBNER, P. : ***Úprava vody pro průmyslové účely***. 2006, Praha, VŠCHT Praha, 132s, ISBN 80-7080-624-9

[4] KADRNOŽKA, J., OCHRANA, L. : ***Teplárenství***. 2001, Praha, CERM, 178s, ISBN 80-7204-222-X

### INTERNET

[5] Environmentální aspekty chladicích soustav, komentář BREF, CENIA Praha, dostupné na <<http://www.cenia.cz>>

[6] Zpravodaj EIA – 01/2007, Ministerstvo životního prostředí, dostupné na <<http://www.mzp.cz>>

[7] Průmyslové chladicí věže, Série 3000, dostupné na <<http://www.baltimore.cz>>



## 12. Seznam obrázků, tabulek a příloh

Obr.1 – Uzavřený chladicí systém

Obr.2 – Rozvod druhů vod v TTR

Obr.3 – TTR I. před rekonstrukcí

Obr.4 – TTR I. po rekonstrukci

Obr.5 – TTR II., III. před rekonstrukcí

Obr.6 – TTR II., III. po rekonstrukci

Tab.1 Symboly a značky používané v Teplárně Trmice, a.s.

Tab.2 Spotřeba chladicí vody vzhledem k výkonu turbíny

Tab.3 Srovnání vlastností vody a vzduchu

Tab.4 Obsah  $\text{CO}_2$  a  $\text{HCO}_3$  v chladicí vodě

Tab.5 Rozvod druhů vod

Tab.6 Výroba vody na CHÚV2

Tab.7 Výroba vody na CHÚV4

Tab.8 Zpracované vody na CHÚV 5

Tab.9 Bilance vod pro ČOV

Tab.10 Spotřeba vody pro napájecí stanice VTK a PPC před rekonstrukcí

Tab.11 Spotřeba vody pro TG-6 před rekonstrukcí

Tab.12 Spotřeba vody pro napájecí stanice VTK a PPC po rekonstrukci

Tab.13 Spotřeba vody pro TG-6 po rekonstrukci

Tab.14 Celková spotřeba vody po rekonstrukci TTR I.

Tab.15 Chlazení napájecí stanice TTR II před rekonstrukcí

Tab.16 Chlazení napájecí stanice TTR II po rekonstrukci

Tab.17 Chlazení TG-7 před rekonstrukcí

Tab.18 Chlazení TG-7 po rekonstrukci

Tab.19 Chlazení MO+ROV K-5 před rekonstrukcí

Tab.20 Chlazení MO+ROV K-5 po rekonstrukci

Tab.21 Chlazení napájecí stanice TTR III před rekonstrukcí

Tab.22 Chlazení napájecí stanice TTR III po rekonstrukci

Tab.23 Chlazení TG-8 před rekonstrukcí

Tab.24 Chlazení TG-8 po rekonstrukci

- Tab.25 Chlazení MO+ROV K-6 před rekonstrukcí
- Tab.26 Chlazení MO+ROV K-6 po rekonstrukci
- Tab.27 Celková spotřeba před rekonstrukcí / po rekonstrukci
- Tab.28 Celková spotřeba po rekonstrukci / provoz-CRVT-DZ 60
- Tab.29 Bilance ČOV před rekonstrukcí TTR I., II., III
- Tab.30 Bilance ČOV po rekonstrukci TTR I., II., III
- Tab.31 Roční náklady na surovou vodu – před rekonstrukcí
- Tab.32 Roční náklady na filtrovanou vodu – před rekonstrukcí
- Tab.33 Roční náklady na odpadní vodu – před rekonstrukcí
- Tab.34 Roční náklady na surovou vodu – po rekonstrukci
- Tab.35 Roční náklady na filtrovanou vodu – po rekonstrukci
- Tab.36 Roční náklady na odpadní vodu – po rekonstrukci
- Tab.37 Odhadované investiční náklady na rekonstrukci TTR

P.1 Chladicí věž B.A.C. 3000Q